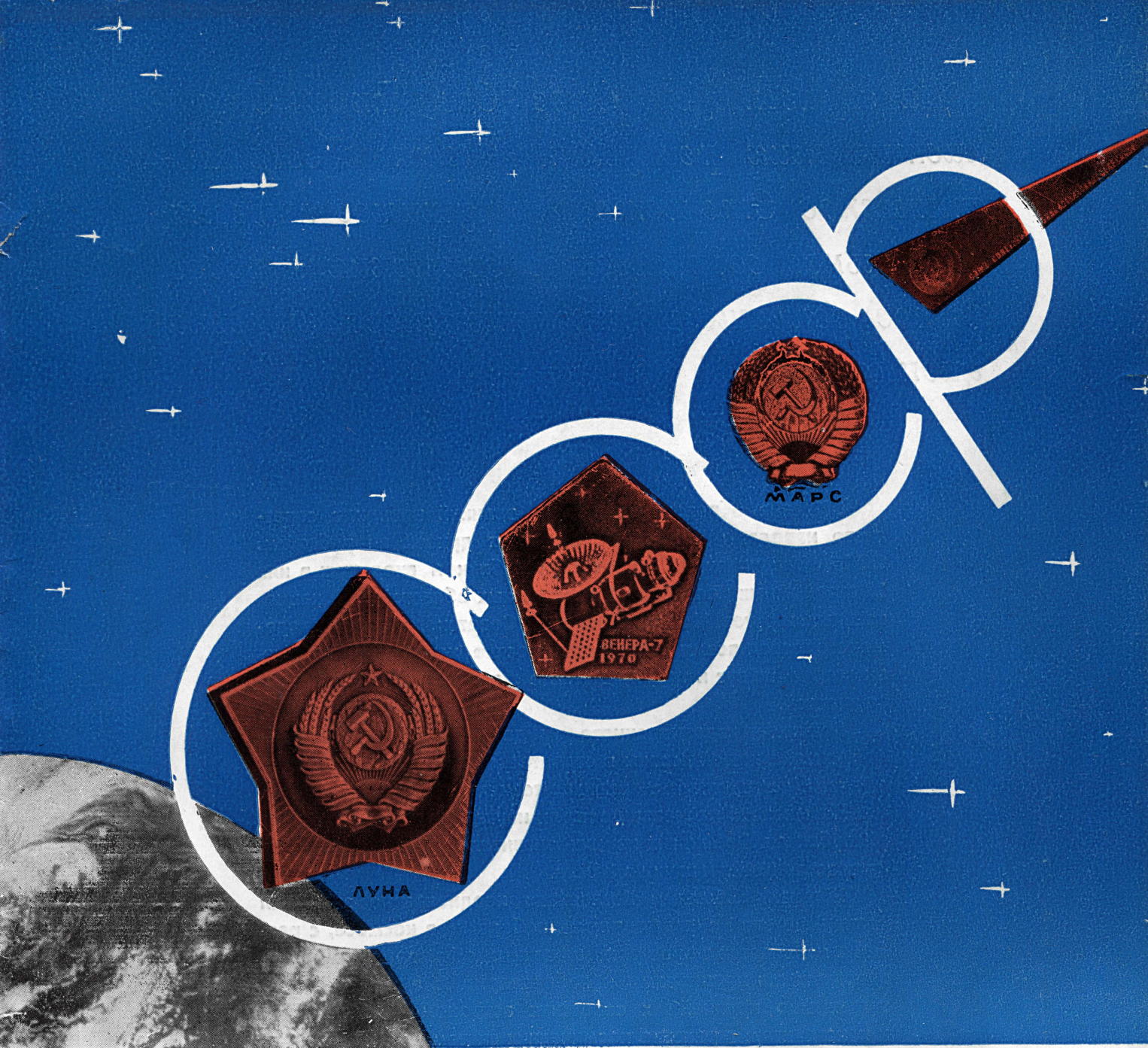




ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

6

1972

АСТРОНОМИЯ

ГЕОФИЗИКА

ИССЛЕДОВАНИЯ КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА



Да здравствует Союз Советских Социалистических республик — великое социалистическое Отечество, нерушимое многонациональное содружество братских народов, живое воплощение пролетарского интернационализма!

50-летие образования СССР — великий праздник советского народа и его многочисленных друзей за рубежом. СССР объединяет 15 союзных республик и входящих в них 20 автономных республик, 8 автономных областей и 10 национальных округов. Полувековой опыт Советского Союза продемонстрировал всему миру исторические успехи государства, в котором живут и трудятся свыше ста национальностей и народностей.

Результат вдохновенного труда советского народа — достижения нашей страны в строительстве социализма и коммунизма, в создании материально-технической базы коммунизма. Небывалого расцвета достигли наука и техника в союзных республиках. Во многих из них значительное развитие получили астрономия и науки о Земле.

Журнал «Земля и Вселенная» неоднократно знакомил своих читателей с выдающимися победами в космосе, с различными советскими астрономическими обсерваториями, геофизическими институтами и лабораториями, а также с деятельностью крупнейших советских астрономов, геофизиков и конструкторов ракетно-космических систем. В канун замечательного праздника журнал предлагает вниманию читателей материалы, рассказывающие об успехах и перспективах развития астрономии и геофизики на Украине, в Прибалтийских республиках, в Армении, Казахстане, Грузии, в Сибири и на Дальнем Востоке.

Да здравствует славное 50-летие Союза ССР — великий праздник единства, дружбы и братства всех народов нашей страны!

(Из Призывов ЦК КПСС)

ЗЕМЛЯ и ВСЕЛЕННАЯ

Научно-популярный
журнал
Академии наук СССР

Основан в 1965 году

Выходит 6 раз в год



НОЯБРЬ — ДЕКАБРЬ

6 1972

Издательство «Наука»
Москва

В номере:

К 50-летию образования СССР

Е. П. Федоров — Астрономия на Украине	2
Л. В. Мирзоян — Астрофизика в Советской Армении	9
В. Страйжис — Литовские астрономы — создатели многоцветной фотометрии звезд	16
А. Балклавс — Латвия — центр исследования красных гигантов	19
Я. Лууд — Эстонские астрономы исследуют галактики и звезды	22
Р. Б. Теплицкая — Астрономия в Сибири и на Дальнем Востоке	25
Ф. Ф. Давитая — Науки о Земле в Грузинской ССР	33
У. М. Ахмедсафин — Гидрогеология в Казахской ССР	38
В. В. Белоусов, В. Н. Шолпо — Роль тектоносферы в развитии Земли	43
В. С. Агалаков, В. Н. Карачевский — В полете космические обсерватории «Прогноз»	50

В ИНСТИТУТАХ И ОБСЕРВАТОРИЯХ

В. П. Осипенко, В. А. Юревич — Звенигородская экспериментальная станция	54
---	----

СИМПОЗИУМЫ, КОНФЕРЕНЦИИ, СЪЕЗДЫ

А. Н. Симоненко — На XV метеоритной конференции	58
---	----

ЭКСПЕДИЦИИ

В. Н. Басилов, Н. А. Марова — Экспедиция в Океанию	61
--	----

ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ

В. С. Лазаревский — Астрономические явления в 1973 году	69
С. С. Войнов — От школьных астрономических кружков к коллективам любителей астрономии	71

ПО ВЫСТАВКАМ И МУЗЕЯМ

В. А. Милюшенко — Новые экспонаты павильона «Космос»	76
--	----

КНИГИ О ЗЕМЛЕ И НЕБЕ

А. И. Дербал — Занимательно о тяготении	78
---	----

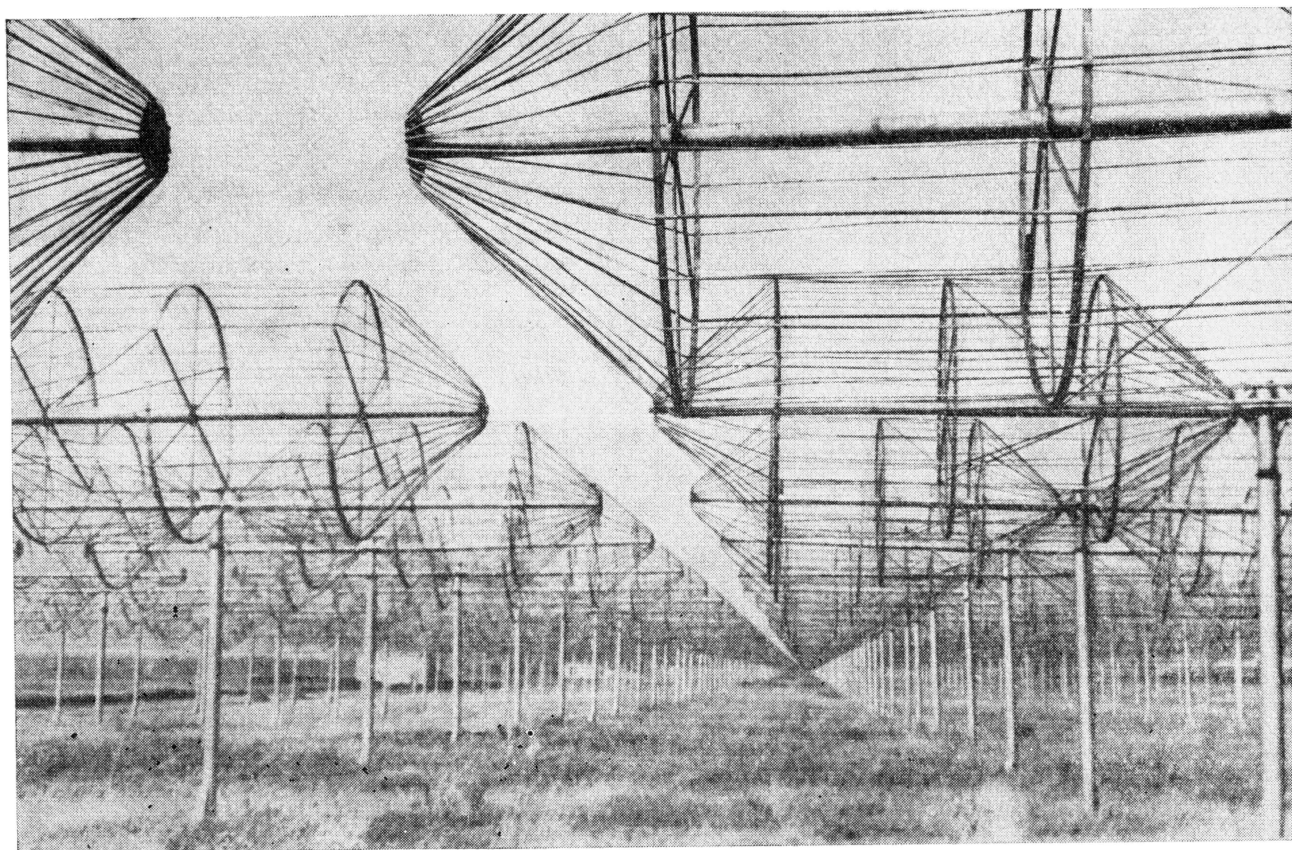
НОВОСТИ НАУКИ И ДРУГАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Яркая Сверхновая в галактике NGC 5253 [32]; Неизвестный сверхтяжелый элемент! [32]; Измерение плотности лунной атмосферы [32]; «Марс-2» и «Марс-3» выполнили программу [52]; Удар микрометеорита [60]; «Север-2» [67]; В Гренландии обнаружены древнейшие земные породы [68]; Итоги второй заочной читательской конференции [74]; Экспедиция омских геодезистов [75]; Указатель статей, опубликованных в журнале «Земля и Вселенная» в 1972 году [78]



Е. П. ФЕДОРОВ
академик АН УССР,
директор Главной астрономической
обсерватории АН УССР

А с т р о н о м и я



Радиотелескоп УТР-2 Радиоастрономической обсерватории Института радиофизики и электроники АН УССР

н а У к р а и н е

Автору этой статьи довелось впервые посетить украинские астрономические обсерватории около 25 лет тому назад, в дни, когда страна залечивала раны, нанесенные войной.

Тогда на Украине было пять астрономических обсерваторий, причем все они были основаны еще в дореволюционное время: Харьковская в 1808 г., Николаевская в 1821 г., Киевская в 1848 г., Одесская в 1871 г. и Львовская в 1908 г. Астрономическими исследованиями занималась и Полтавская гравиметрическая обсерватория, организованная в 1926 г. В послевоенные годы, с которых начинается наш рассказ, все эти обсерватории как бы переживали свое второе рождение: их небольшие коллективы, не жалея сил, трудились над возобновлением прерванных исследований, тогда же обдумывались планы расширения существующих и создания новых астрономических учреждений.

В 1944 г. по инициативе академика АН УССР А. Я. Орлова Президиум Академии наук УССР принял решение о строительстве под Киевом, в Голосеевском лесу, Главной астрономической обсерватории АН УССР (ГАО АН УССР). Первые инструменты — вертикальный круг и двойной астрограф — были установлены здесь в 1949 г.

Радиоастрономия стала развиваться на Украине несколько позже. В 1958 г. в Чугуевском районе Харьковской области, вблизи станции Граково, началось строительство Радиоастрономической обсерватории Института радиофизики и электроники АН УССР. Коллектив этой обсерватории, руководимый академиком АН УССР С. Я. Брауде, много и успешно потрудился над созданием уникальных инструментов.

Для решения задач, возникших в связи с активным освоением космического пространства, в 1957 г. была организована Ужгородская станция наблюдения искусственных спутников Земли (руководитель М. В. Братийчук)*.

В Крыму (с 1954 г. входит в состав Украинской ССР) находится Крымская астрофизическая обсерватория АН СССР, основанная в 1950 г., и ее Симеизское отделение. Мы ограничимся здесь лишь упоминанием этой крупнейшей в Европе обсерватории, ибо ее деятельность заслуживает специальной статьи.

Параллельно с созданием новых астрономических учреждений разви-

вались старые университетские обсерватории. Когда-то они строились на окраинах городов, но города росли и обсерватории оказались в их центре. Условия для наблюдений становились все хуже и хуже. Возникла необходимость в строительстве загородных наблюдательных баз. В их числе нужно прежде всего назвать филиал Одесской обсерватории в Маяках. В сентябре 1971 г. отмечалось 100-летие Одесской обсерватории. После посещения Маяков один из участников юбилейных торжеств сказал: «Вот где можно поучиться энтузиазму и умению достигать больших результатов малыми средствами», выразив в этих словах общее впечатление от быстро развивающейся наблюдательной станции Одесской обсерватории.

Загородные базы появились и в других обсерваториях украинских университетов: Харьковская — рядом с Радиоастрономической обсерваторией Института радиофизики и электроники АН УССР, Киевская — в Лесниках и Триполье, Львовская — в Брюховичах.

В астрономических исследованиях деятельно участвуют кафедра астрономии (заведующий — профессор С. К. Всехсвятский) и кафедра общей радиотехники (профессор Е. И. Филалко) Киевского государственного университета имени Т. Г. Шевченко, кафедра математической физики (профессор Ш. Г. Горделадзе) Киевского политехнического института, кафедра радиотехники (профессор Б. Л. Кашеев) Харьковского политехнического института.

Над чем же работают украинские астрономы?

Астрономия начинается — и исторически, и логически — с построения геометрической и кинематической модели Вселенной. Важные исходные

* М. В. Б р а т и й ч у к. Наблюдения искусственных спутников Земли в Ужгороде. «Земля и Вселенная», № 4, 1971 г. (Прим. ред.)

данные для этого доставляют позиционные наблюдения небесных тел, которые некогда занимали основное место в работе астрономических обсерваторий. На Украине их вели Харьковская, Киевская и Одесская обсерватории, где были выполнены ряды наблюдений на меридианных кругах и получены превосходные звездные каталоги. С **астрометрических наблюдений** начала свою деятельность и Главная астрономическая обсерватория АН УССР. Когда же советские астрономы предложили проект создания Каталога слабых звезд, украинские обсерватории активно включились в его осуществление.

Поскольку позиционные наблюдения ведутся с поверхности Земли, положения небесных тел получаются в системах координат, связанных с ее орбитальным движением и вращением. Поэтому изучение вращения Земли можно отнести к области фундаментальной астрометрии. Но оно важно и для геофизики как один из путей к познанию механических свойств Земли. Все это имел в виду А. Я. Орлов при создании Полтавской гравиметрической обсерватории АН УССР.

В Полтаве были начаты и продолжают образцовые по тщательности многолетние ряды широтных наблюдений; здесь было положено начало изучению тех тонких эффектов, в которых проявляется влияние жидкого ядра Земли на ее вращение. К этим исследованиям тесно примыкают работы, выполненные сотрудниками ГАО АН УССР. Они осуществили общий анализ широтных наблюдений, вывели координаты полюса и изучили относительные перемещения zenithов обсерваторий.

Исследованием фигуры и рельефа Луны в наши дни занимаются ученые разных специальностей. А всего лишь лет двадцать тому назад эти вопросы привлекали внимание только немногих астрономов. Среди них нужно назвать члена-корреспондента АН УССР А. А. Яковкина. По его инициативе в ГАО АН УССР начали развиваться «лунные» исследования, а теперь интенсивно создается сеть опорных точек — та основа, которая



Академик АН УССР Александр Яковлевич Орлов (1880—1954) — первый директор Главной астрономической обсерватории АН УССР

нужна для картографирования лунной поверхности. Для определения положения наблюдателя, находящегося на Луне, А. А. Яковкин с сотрудниками составил первый лунный астрономический ежегодник.

Отличительная черта астрометрических работ ГАО АН УССР — применение современного аппарата математической статистики. Сперва математическая статистика использовалась при изучении мерцаний и дрожаний изображения звезд — явлений, которые вызываются оптической нестабильностью атмосферы. Затем она была применена к анализу и оценке точности широтных наблюдений и, наконец, к изучению ошибок звездных каталогов. Этот подход оказался плодотворным — в каждом из названных направлений получены интересные результаты. Теперь практические методы, развитые в ГАО АН УССР, применяются и в других астрономических учреждениях нашей страны.

Начало исследованиям по **физике планет** было положено в Харькове,

где более 50 лет тому назад Н. П. Барабашов приступил к фотометрическим наблюдениям Луны. Еще в довоенные годы Харьковская астрономическая обсерватория выполняла под его руководством работы, которые приобрели мировую известность и стимулировали развитие планетных исследований в нашей стране. После войны они возобновились в более широком масштабе. Хорошо задуманные и тщательно проведенные колориметрические и спектрофотометрические наблюдения позволили, например, определить отражательную способность и характеристики микрорельефа различных областей лунной и марсианской поверхностей.

С 1960 г. лунно-планетные исследования развиваются и в ГАО АН УССР. В то время наземные астрономические наблюдения уже не были единственным источником информации о телах Солнечной системы: в действие вступили новые мощные средства исследований — космические аппараты. Данными, которые получались с их помощью, астрономы прежде всего воспользовались для проверки своих прежних выводов. И здесь уместно отметить, что научные предвидения академика АН УССР Н. П. Барабашова относительно строения лунной поверхности блестяще подтвердились.

Но дело, разумеется, не ограничивалось только проверкой. Необходимо было путем совместного изучения данных, полученных космическими аппаратами (а они поступали нарастающим потоком), и результатов наземных наблюдений исправлять и углублять наши представления о физических свойствах Луны и планет. Этим и занялись сотрудники ГАО АН УССР. Решить такую сложную задачу только своими силами обсерватории было бы трудно, так как достаточно мощных инструментов для астрофизических наблюдений она не имеет. Поэтому ГАО АН УССР начала сотрудничать с другими обсерваториями — Крымской астрофизической обсерваторией АН СССР и Шемахинской астрофизической обсерваторией АН АзербССР. В результате совместных исследований были сде-

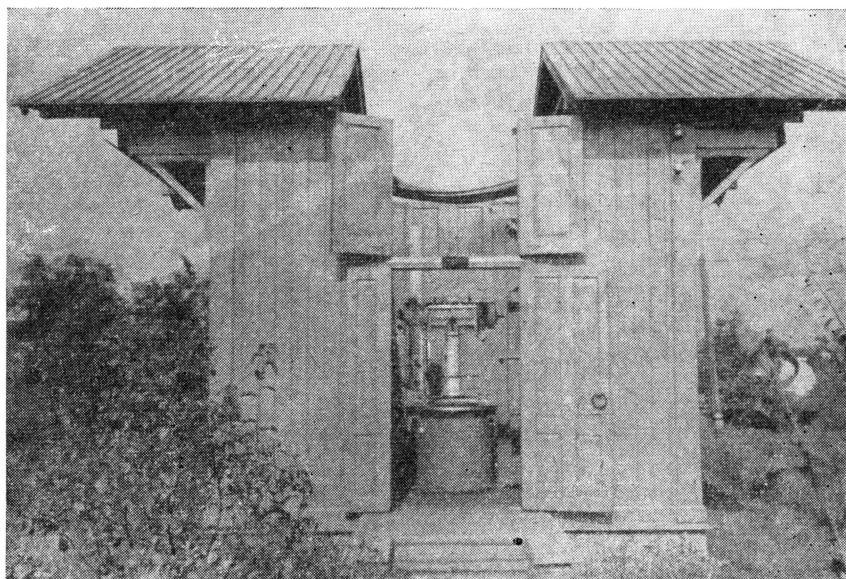
ланы существенно новые выводы о строении и физических свойствах поверхностей Луны и Марса, а также об атмосферах Венеры, Марса, Юпитера и Сатурна. В частности, в 1971 г., во время великого противостояния, были изучены контраст мэрей и фиолетовые облака Марса и показано, что материки и моря планеты имеют различные поляризующие свойства не только в длинноволновом, но и в ультрафиолетовом диапазоне спектра.

В Киеве еще в конце прошлого столетия М. Ф. Хандриковым была основана всемирно известная в ту эпоху школа исследователей движения планет и комет, а с 1939 г. по инициативе профессора С. К. Всехсвятского развиваются работы и в области физики комет. Эти работы активизировались во время Международного года спокойного Солнца, когда комплексно изучался механизм воздействия Солнца на Землю. Кометы — пока единственный источник сведений о тех частях межпланетного пространства, которые еще недоступны прямому зондированию.

При кафедре астрономии Киевского университета была создана рабочая группа для руководства кометными исследованиями в рамках программы МГСС. Она и теперь настойчиво занимается организацией наблюдений комет, вовлекая в эти наблюдения многие астрономические учреждения Советского Союза. На Украине исследования комет ведутся в Одесской обсерватории, на Ужгородской станции наблюдений за искусственными спутниками Земли и в ГАО АН УССР, которая выполняла обязанности мирового центра сбора и хранения данных наблюдений комет по программе МГСС.

Советские исследователи комет регулярно собираются в Киеве для обмена информацией и опытом: с 1964 по 1971 г. здесь состоялось шесть всесоюзных кометных конференций, в которых принимали участие не только астрономы. Это придавало полноту и разносторонность дискуссиям о физике и происхождении комет.

Исследования метеоров начались на Украине в связи с Международ-



Зенит-телескоп Полтавской гравиметрической обсерватории АН УССР

ным геофизическим годом. Фотографические наблюдения ведутся на загородных базах Киевской и Одесской обсерваторий, причем Одесская обсерватория возглавляла работы по этому разделу программ МГГ и МГСС. Радиолокационными наблюдениями успешно занимаются кафедра общей радиотехники Киевского университета и кафедра радиотехники Харьковского политехнического института, где создана специальная аппаратура.

Солнечная активность принадлежит к числу тех явлений, за ходом которых приходится непрерывно следить. В организованных для этого кооперативных наблюдениях — Службе Солнца — участвуют ГАО АН УССР, Харьковская, Львовская и Киевская обсерватории.

Но недостаточно просто отмечать, как протекают различные процессы на Солнце; важно уметь прогнозировать их ход, поскольку эти процессы существенно влияют на жизнь и деятельность людей на Земле (и еще больше — в космическом пространстве). А для этого нужно знать природу и механизм солнечной активности. На Украине над этой проблемой работают сотрудники ГАО АН УССР, Львовской и Киевской обсер-

ваторий. Они исследуют хромосферные вспышки, пятна, протуберанцы, возвратные выбросы и другие активные образования. Данные об их строении и спектрах, полученные из наблюдений, используются для изучения физических условий в активных областях, например условий возбуждения и ионизации водорода, гелия и металлов во вспышках; переноса излучения в протуберанцах и прочее. Во Львове выполнены интересные расчеты скорости нарастания яркости солнечных вспышек, которые вызываются ударными волнами.

Далее возникает вопрос о механизме, посредством которого влияние солнечной активности передается на Землю. Различными аспектами этой проблемы занимается профессор С. К. Всехсвятский с учениками — сотрудниками кафедры астрономии Киевского университета. Они исследуют, в частности, связь деталей солнечной короны с образованиями в хромосфере, устойчивость корпускулярных потоков. К этому циклу работ примыкает уже упомянутое изучение комет как индикаторов условий в межпланетном пространстве.

Недавно в ГАО АН УССР и Львовской обсерватории начались исследо-

вания тонкой структуры профилей фраунгоферовых линий в спектре Солнца. Это поможет получить дан-

ные о поле скоростей и о температурных неоднородностях в солнечной атмосфере. Работы включают и

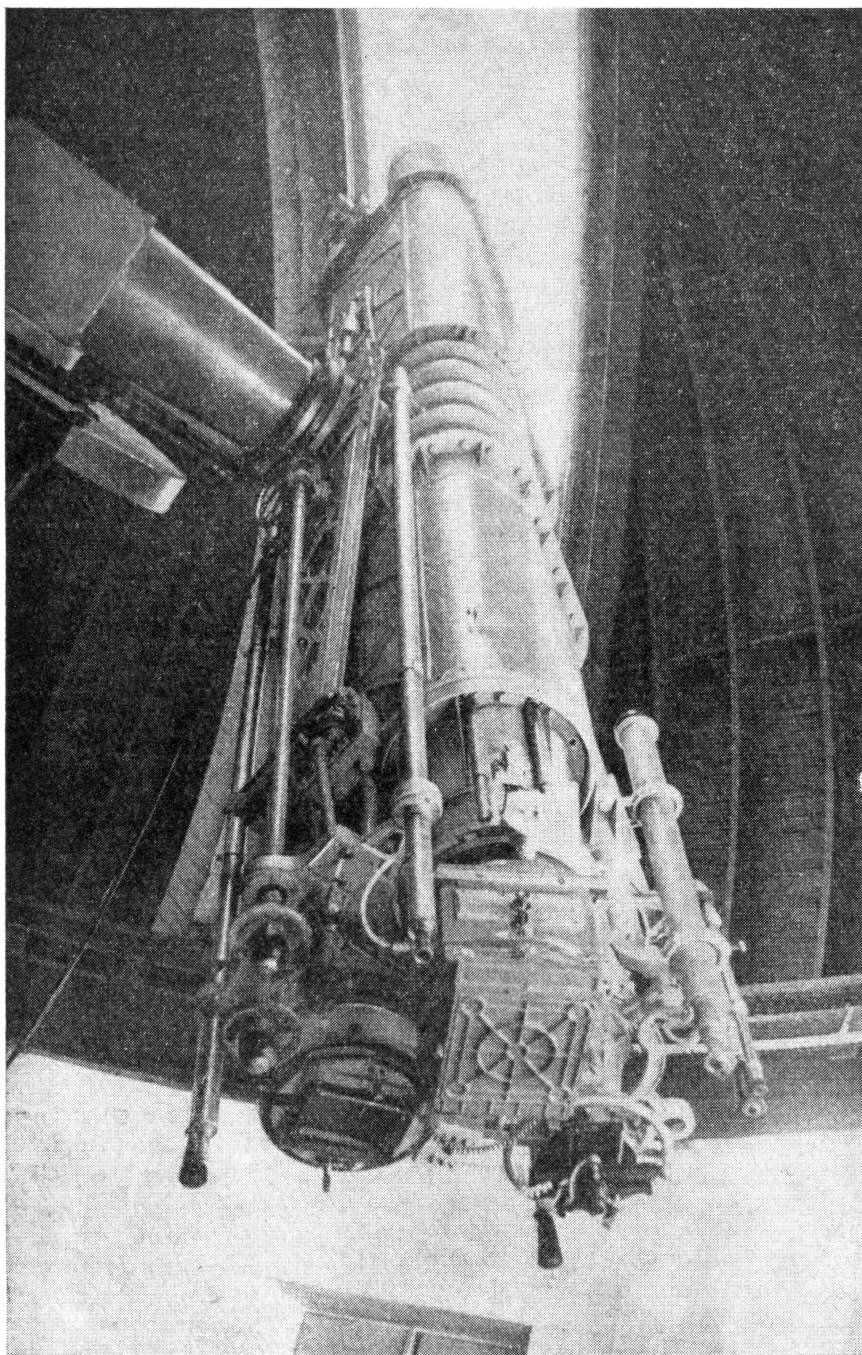
теоретические расчеты, и наблюдения, которые ведутся в ГАО АН УССР на большом горизонтальном солнечном телескопе со спектрографом двойной дифракции.

Изучение Солнца проводится также средствами радиоастрономии как в Радиоастрономической обсерватории Института радиотехники и электроники АН УССР, так и на кафедре астрономии Киевского университета, где используются два радиотелескопа, работающие на волнах 150 и 50 см.

Усиленное внимание астрофизиков теперь привлекают звезды, находящиеся на критических стадиях эволюции, например, молодые, формирующиеся звезды, еще не достигшие главной последовательности, или звезды, ушедшие с главной последовательности, в недрах которых начался процесс горения гелия и углерода. Как правило, в атмосферах этих звезд должны происходить различные нестационарные процессы, что вызывает повышенный интерес к **переменным звездам**. Их исследования начали развиваться на Украине в послевоенные годы по инициативе большого энтузиаста этого дела члена-корреспондента АН УССР В. П. Цесевича, возглавившего Одесскую обсерваторию.

С 1951 г. в Одессе ведутся регулярные фотографические наблюдения на многокамерных астрографах; в течение одной ночи теперь удается сделать снимки всего доступного наблюдением неба. Одесская обсерватория руководит и активно участвует в кооперативных работах по наблюдениям звезд типа RR Лиры. Международный астрономический союз поручил ей составление уточненного каталога элементов этих звезд. Исследуются также изменение блеска и цвета неправильных, полуправильных, долгопериодически переменных, вспыхивающих звезд типа UV Кита и затменно-двойные звезды. В последнее время в Одессе стали развиваться фотоэлектрические наблюдения спектров звезд в видимой и инфракрасной областях.

Наблюдения переменных звезд ведутся еще с довоенных лет во Львовской обсерватории и на протяжении



Астрограф Главной астрономической обсерватории АН УССР

почти 25 лет в ГАО АН УССР. При анализе данных наблюдений широко используется аппарат теории случайных функций. Новая методика изучения связи между блеском и цветом нестационарных звезд была применена почти ко всем подходящим для этого опубликованным результатам наблюдений, что позволило обнаружить некоторые новые закономерности в поведении нестационарных звезд. Объектами теоретических исследований для украинских астрофизиков стали ударные волны и крупномасштабная конвекция в атмосферах звезд, динамическая стадия гравитационного сжатия звезды и другие.

В 1955 г. советские обсерватории приступили к комплексному **изучению Млечного Пути** по плану, предложенному членом-корреспондентом АН СССР П. П. Паренаго. В этих работах приняла участие и ГАО АН УССР. Исследования начались с составления каталога величин 22 000 звезд (в трех цветах) в нескольких площадках, находящихся в галактической плоскости. Каталог послужил основой для изучения межзвездного поглощения света в избранных направлениях, для определения расстояний до облаков поглощающего вещества и пространственных плотно-



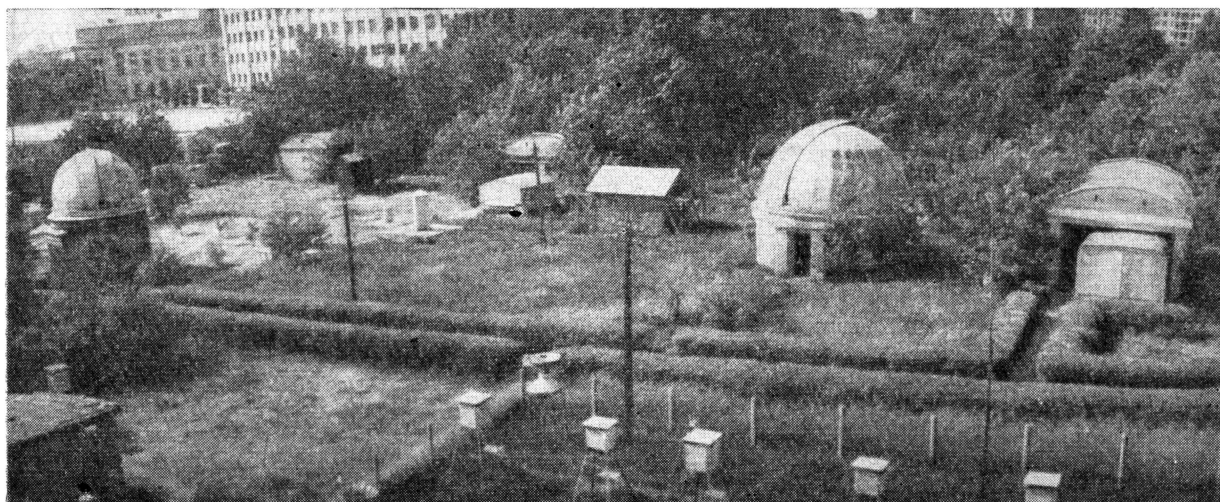
Академик АН УССР Николай Павлович Барабашов (1894—1971) — известный исследователь планет

стей звезд различных спектральных классов. Следующий этап, выполнение которого уже начато, — уточнение положения спиральных ветвей, доступных оптическим наблюдениям,

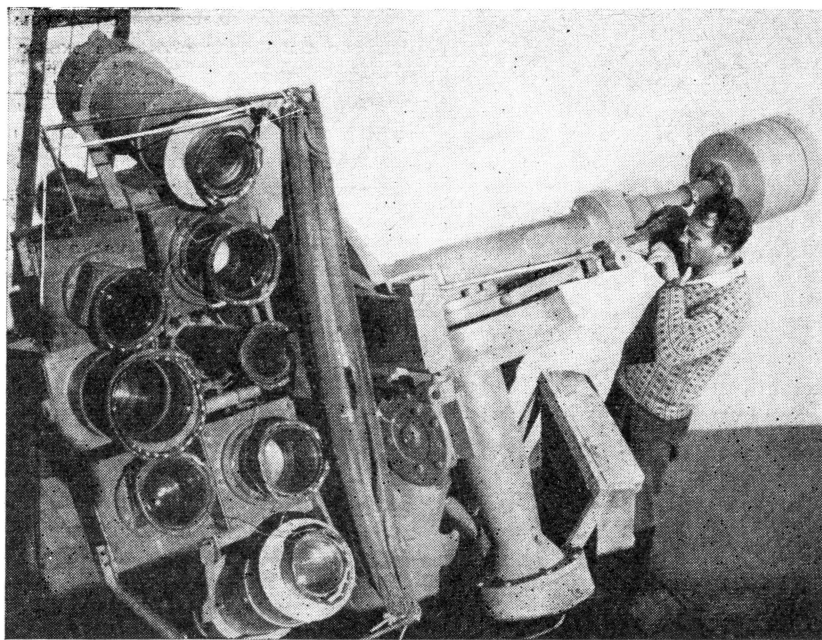
и исследование их тонкой структуры. Выбрано семь направлений в экваториальной плоскости Млечного Пути с таким расчетом, чтобы можно было изучать распределение звезд и межзвездной материи как в спиральных ветвях, так и между ними. Работа проводится в сотрудничестве с Абастуманской астрофизической обсерваторией АН ГрузССР. Последние несколько лет в ней участвует кафедра математической физики Киевского политехнического института, где под руководством профессора Ш. Г. Горделадзе организована обработка фотометрических наблюдений.

Чтобы охватить исследованиями большие расстояния, нужно изучать очень слабые звезды. Основная трудность состоит в получении их спектров; фотометрические данные получать легче. В ГАО АН УССР предложена классификация нерасширенных низкодисперсных спектров слабых звезд, что дает возможность проникать в глубины Вселенной на такие расстояния, которые ранее были недоступны.

Основное направление работ Радиофизической обсерватории Института радиофизики и электроники АН УССР — **исследование декаметрового радиоионизлучения галактических и внегалактических дискретных источни-**



Обсерватория Харьковского государственного университета



Семикамерный астрограф загородной базы Маяки Одесской астрономической обсерватории

ков, Солнца, планет, протяженных источников и галактик. Предполагалось, что в этом малоизученном диапазоне будут открыты интересные эффекты, связанные как с природой источников, так и с поглощением радиоволн в галактической и межгалактической плазме.

Поскольку создание механически управляемых антенн для наблюдений в декаметровом диапазоне — задача неосуществимая, пришлось создавать неподвижные широкополосные антенны-решетки с электрическим управлением диаграммой направленности и заняться разработкой аппаратуры для автоматизации их настройки. Первым таким инструментом Радиоастрономической обсерватории был интерферометр, состоящий из двух разнесенных вдоль линии восток — запад широкополосных 24-элементных решеток. Введение в эксплуатацию еще трех инструментов — 48-элементного радиоинтерферометра (диапазон 10—20 МГц), 256-элементного радиоинтерферометра (диапазон 20—40 МГц) и 208-элементного Т-образного радиотелескопа (диапазон 10—25 МГц) — позволило в 1960 г.

начать измерения декаметрового излучения космических объектов. В 1966—1969 гг. на 208-элементном радиотелескопе УТР-1 были измерены спектры 112 дискретных источников.

С 1969 г. начались систематические наблюдения поглощения декаметровых волн в земной ионосфере, а затем обсерватория приступила впервые в мире к систематическому обзору дискретных источников излучения в этом диапазоне. Наблюдения ведутся на радиотелескопе УТР-2 — инструменте уникальных размеров и параметров. Он состоит из 2040 широкополосных элементов, расположенных в виде буквы Т на площади 15,5 га. Можно ожидать, что с помощью этого радиотелескопа удастся исследовать в диапазоне 10—25 МГц радиоизлучение более 1000 дискретных источников, изучить переменность этого излучения, заняться поисками нетеплового излучения планет. Словом, введение в строй радиотелескопа УТР-2 дало советской астрономии новое мощное средство для проникновения в глубины Вселенной. Среди создателей этого инструмента следует отметить руково-

дителя всех антенных разработок профессора А. В. Мень, главного конструктора УТР-2 кандидата физико-математических наук Л. Г. Содина и Н. К. Шарыкина.

Украинские астрономы не располагают столь же мощными оптическими телескопами. Позиционные наблюдения ведутся на меридианных инструментах и астрографах, изготовленных еще в прошлом столетии. Правда, астрометрические инструменты отличаются большим долголетием, морально стареют относительно медленно, и их эффективность можно значительно повысить даже путем частичных усовершенствований и автоматизации. В последние годы украинские астрономы уделяют этому большое внимание.

Обсерватории Украины имеют пока еще лишь небольшие телескопы для астрофизических наблюдений. Самые крупные из них — 70-сантиметровые рефлекторы в ГАО АН УССР и в Харьковской обсерватории. Это, конечно, не может удовлетворить украинских астрономов. Предстоит, прежде всего, развивать астрономическое приборостроение в самих обсерваториях. Начало этому уже положено: в Одесской обсерватории созданы телескопы системы Аргунова с диаметрами зеркал 425 и 650 мм. Установка таких инструментов в высокогорных условиях позволит повысить их эффективность и расширить диапазон частот. ГАО АН УССР уже приступила к созданию базы для астрофизических наблюдений на пике Терскол, на высоте 3200 м.

Понимая, что уровень астрономических исследований в большой мере зависит от того, насколько широко используются в них технические средства современной физики и электроники, украинские астрономы работают над созданием новых светоприемников и приборов, позволяющих автоматизировать наблюдения и их обработку. Сознание важности общих задач объединяет астрономов Украины с исследователями Вселенной других братских республик. В этом залог будущих успехов астрономии в Советском Союзе, который вступает в свое второе 50-летие.

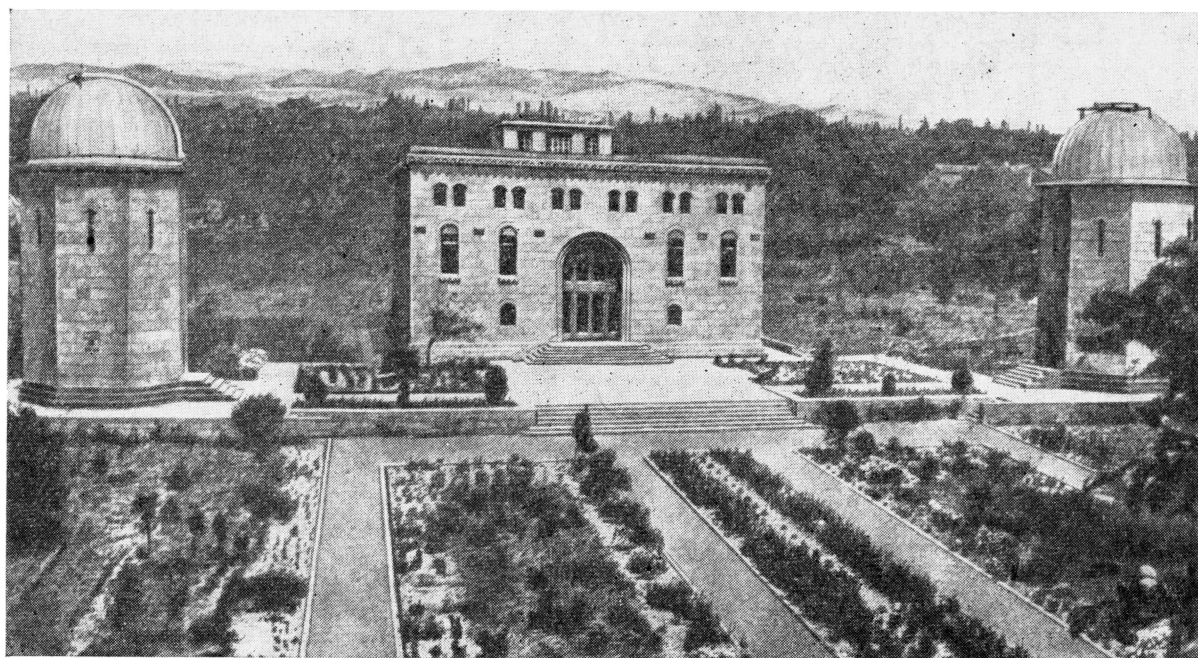


Л. В. МИРЗОЯН
профессор,
заместитель директора Бюраканской
астрофизической обсерватории АН
АрмССР

А с т р о ф и з и к а в Советской Армении

Армения, страна древней и богатой культуры, в своей многовековой истории большей частью была лишена возможности мирной жизни и творческого труда. Территория Ар-

мянского государства часто подвергалась нашествиям иноземных захватчиков, которые беспощадно истребляли все живое и уничтожали духовные ценности, созданные талан-



Бюраканская астрофизическая обсерватория. Слева — башня 50-сантиметрового, справа — 40-сантиметрового телескопа, предназначенных для фотоэлектрических наблюдений

том и упорным трудом населения. Особенно тяжелой была судьба армянского народа в начале нашего тысячелетия после потери Арменией государственной независимости. Разделенная на части, она в течение столетий влачила горькое существование, а населению ее грозила опасность вымирания.

Лишь установление Советской власти в Армении спасло ее народ от гибели. Благодаря бескорыстной помощи Советской России Армения начала строить новую жизнь. Началось возрождение народа, расцвет его духовной культуры.

Наглядным примером больших достижений армянского народа в братской семье народов Советского Союза могут служить успехи астрофизики. Первая астрономическая обсерватория в Советской Армении была организована в 1933 г. при Ереванском государственном университете. Однако успехи астрофизики в Армении связаны с деятельностью Бюраканской астрофизической обсерватории*. Строительство обсерватории на южном склоне горы Арагац, недалеко от села Бюракан, началось в 1946 г. по инициативе бывшего тогда вице-президентом Академии наук Армянской ССР академика В. А. Амбарцумяна.

Ядром, вокруг которого сформировалась Бюраканская астрофизическая обсерватория, стала небольшая группа учеников В. А. Амбарцумяна, работавших до этого в Ереванской обсерватории. Постепенно выросли кадры, были установлены телескопы, построены здания, оформились научные отделы и лаборатории, и молодая обсерватория начала свою жизнь в науке. Следует отметить, что в подготовке высококвалифицированных специалистов-астрофизиков большую помощь Бюраканской обсерватории оказали русские ученые, особенно ленинградские астрономы, которых с Бюраканом связывают узы дружбы и научного сотрудничества.

Бюраканская обсерватория с самого начала не стала подражать другим, известным обсерваториям и избрала свой оригинальный путь исследований, характеризуемый тесным сочетанием наблюдательных и теоретических работ. В настоящее время можно с уверенностью сказать, что этот путь полностью себя оправдал и обеспечил успешную деятельность обсерватории.

Уже через год после основания обсерватории были открыты звездные ассоциации — динамически неустойчивые системы недавно возникших, молодых звезд. Это открытие предопределило дальнейшую деятельность обсерватории.

На весьма скромных телескопах армянские астрофизики занялись фотографическими наблюдениями звездных ассоциаций. Впоследствии наблюдательные работы значительно расширились, охватив и внегалактические объекты. За прошедшие годы армянские астрофизики в Бюраканской обсерватории, а также в других советских (Абастуманской, Крымской, Шемахинской и Крымской станции ГАИШ) и зарубежных обсерваториях (США, Англии, Австралии, Франции, Мексики и Венгрии) совместно со своими коллегами выполнили обширные спектрофотометрические, фотометрические, поляриметрические и радиоастрономические наблюдения нестационарных звезд, туманностей и галактик.

Были открыты три Сверхновые, более ста вспыхивающих звезд, несколько сот белых карликов, около тысячи голубых объектов на высоких галактических широтах, около ста эмиссионных звезд, несколько десятков планетарных туманностей, 500 галактик с ультрафиолетовым избытком, из них более 30 сейфертовских, и так далее. Впервые установлены высокая степень поляризации света Крабовидной туманности и переменность поляризации света у некоторых нестационарных звезд (например, μ Цефея), определены важные характеристики строения и динамики звездных систем различных масштабов, обнаружены интересные особенности излучения нестационарных звезд и галактик.

Наблюдения целеустремленно направлялись развиваемыми в Бюракане теоретическими исследованиями роли нестационарных явлений в возникновении и эволюции космических образований. В свою очередь эти наблюдения вместе с наблюдательным материалом, накопленным в других обсерваториях, послужили основой для разработки новых представлений о нестационарных явлениях, протекающих в мире звезд и галактик, о возникновении и эволюции звезд и звездных систем. В Бюраканской обсерватории, оснащенной сравнительно скромными телескопами, были получены результаты первостепенной важности, которые оказали значительное влияние на современную астрофизику.

Исследование звездных ассоциаций позволило найти некоторые закономерности звездной эволюции, исходя не из умозрительных заключений, а на основе обобщения и теоретического анализа наблюдательных данных о звездах и звездных системах. Установление молодости звездных ассоциаций привело к фундаментальному выводу о том, что процессы звездообразования в Галактике продолжают и в наши дни, а звездные ассоциации являются очагами формирования звезд. С другой стороны, исследование структуры звездных ассоциаций показало, что звезды в них образуются не в одиночку, а группами, большая часть которых быстро распадается.

Представление о динамической неустойчивости звездных ассоциаций позволило предсказать расширение звездных ассоциаций, которое по своему характеру коренным образом отличается от всех видов движений, ранее изученных в звездной динамике. Это предсказание подтвердилось наблюдениями внутренних движений звезд в некоторых близких ассоциациях.

Расширение звездных ассоциаций трудно примирить с господствующим в науке представлением о формировании звезд в результате сгущения, конденсации диффузной материи. Поэтому В. А. Амбарцумян предложил диаметрально противоположную гипотезу, согласно которой звезды и

* Э. Е. Хачикян. Астрофизическая обсерватория в Бюракане. «Земля и Вселенная», № 2, 1967 г. (Прим. ред.)

звездные системы, а также диффузные туманности формируются путем распада, дробления массивных плотных тел неизвестной природы, названных им протозвездами. В этой гипотезе развитие космических объектов мыслится как переход материи из более плотных состояний к менее плотным.

Принципиально важные результаты были получены при изучении молодых звезд, составляющих звездные ассоциации. Анализ наблюдаемых изменений излучения (блеска и спектра) звезд типа Т Тельца привел к выводу, что во внешних слоях этих звезд временами появляются мощные источники энергии, выходящей из внутренних слоев. Только так можно объяснить, например, звездные вспышки, когда за несколько минут, а порою и меньше, выделяется энергия, в десятки и более раз превышающая энергию нормального излучения звезды за тот же промежуток времени.

На основе статистического изучения звездных вспышек было показано, что число вспыхивающих звезд очень велико в звездных ассоциациях и молодых звездных скоплениях. В звездном скоплении Плеяды почти все карликовые звезды слабее визуальной звездной величины 13,3 относятся к вспыхивающим. Следовательно, стадия вспыхивающей звезды — закономерная стадия звездной эволюции, через которую проходят все карликовые звезды. Она наступает вслед за наиболее ранней стадией жизни карликовых звезд — стадией типа Т Тельца, для которой характерны непрерывные и неправильные изменения яркости. Это исследование позволило определить путь развития карликовых звезд в начальный период их жизни непосредственно на основе наблюдений.

Для объяснения необычных изменений излучения звезд типа Т Тельца и вспыхивающих звезд было развито новое представление о том, что дискретные порции внутризвездной энергии выносятся в поверхностные слои сгустками—осколками дозвездной материи, еще сохранившейся в недрах молодых звезд. Распад этой материи в наружных слоях звезд при-



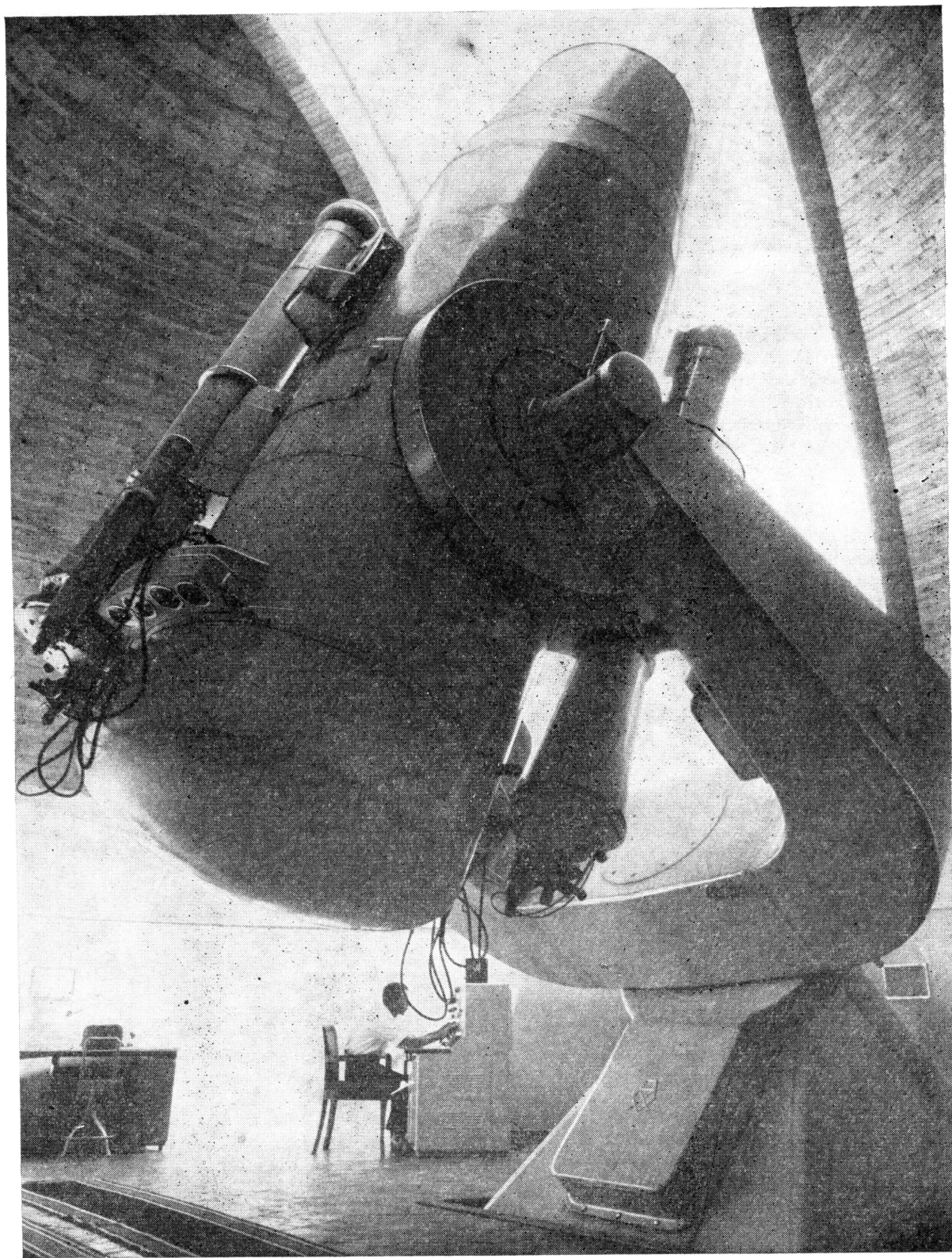
Директор Бюраканской астрофизической обсерватории академик В. А. Амбарцумян (в центре) с сотрудниками обсерватории

водит к освобождению отдельных порций энергии, вызывающих наблюдаемые изменения их блеска и спектра.

В последнее время это представление применили для объяснения фую-

ров — объектов типа FU Ориона*. Возможно, в области, непосредствен-

* Дж. Херби́г. FU Ориона — звезда в процессе образования. «Земля и Вселенная», № 3, 1966 г. (Прим. ред.)



Метровый телескоп системы Шмидта. С этим телескопом в Бюракане открыты и исследованы вспыгающие звезды и галактики с ультрафиолетовым избытком

но окружающей звезду, имеются источники энергии, большая часть которой выделяется в виде кинетической энергии корпускулярного излучения. Подъем блеска наступает после образования вокруг звезды газовой оболочки. Внутри нее со временем оказываются эти источники. В оболочке энергия корпускулярного излучения превращается в световую, что и обеспечивает повышенную светимость звезды.

Хотя представление о выходе во внешние слои нестационарных звезд или даже в окружающее звезду пространство осколков дозвездной материи, содержащих дискретные порции внутризвездной энергии, пока спорное, однако оно позволило предсказать ряд интересных явлений, например, существование двух классов вспышек — «быстрых» и «медленных», с различными физическими особенностями.

Таким образом, исследование звездных ассоциаций показало огромное значение нестационарных звезд и звездных систем — объектов, находящихся на поворотных стадиях своего развития — как для звездной космогонии, так и для физики космических состояний материи.

Дозвездные тела, которые, согласно гипотезе о протозвездах, порождают звездные ассоциации, должны

обладать большими массами и плотностью материи, иногда значительно превышающей плотность в атомных ядрах. Поэтому возникла необходимость разработки подробной теории сверхплотных звездных конфигураций. Ядро такой конфигурации состоит в основном из гиперонов — частиц, крайне нестабильных в земных условиях, которые при высоких плотностях становятся стабильными в силу кванто-механического принципа Паули. Однако при больших массах гипероновые конфигурации не могут находиться в состоянии равновесия. Недавно армянским теоретикам удалось построить устойчивые сверхплотные конфигурации с массами, достигающими массы Галактики. Исследователи использовали один из вариантов обобщенной теории гравитации, развитой немецким физиком Йорданом.

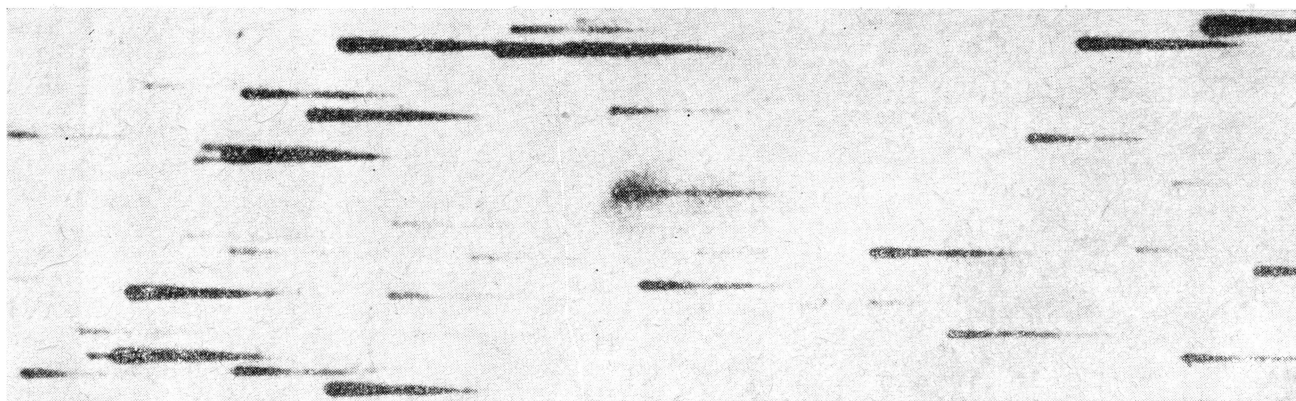
Исключительно интересные результаты были получены при изучении нестационарных явлений в галактиках. Исходным для них послужил вывод теории звездных ассоциаций о том, что начальный этап развития космической материи связан с высокими плотностями и энергиями. Поскольку в мире галактик ранняя фаза эволюции космической материи продолжается сравнительно долго, предполагалось, что свойства до-

звездного вещества в галактиках могут длительно проявляться в более явной форме.

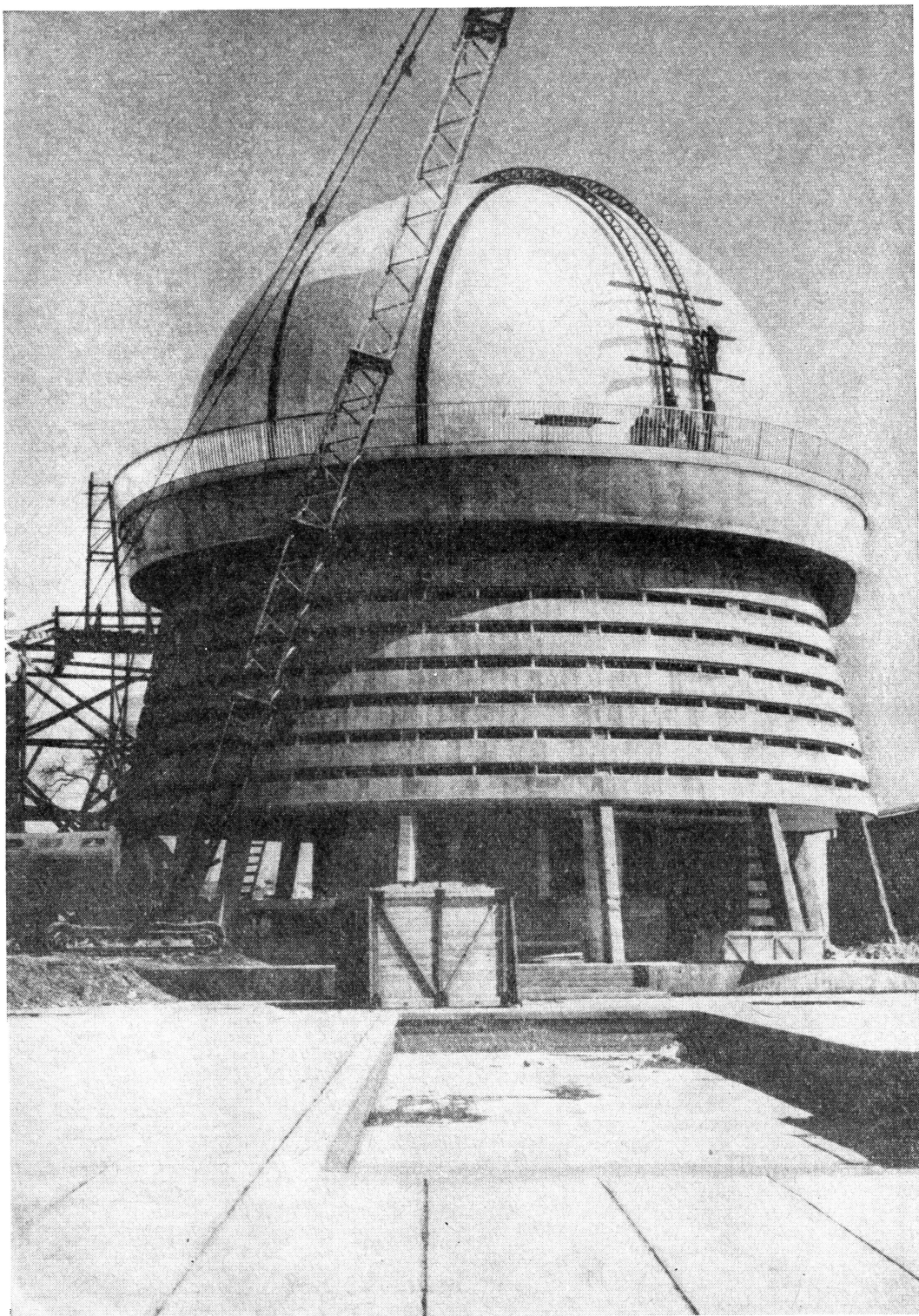
Уже первые работы, выполненные в середине 50-х годов, показали, что нестационарность в мире галактик встречается значительно чаще, притом в особенно бурной форме и несравненно больших масштабах, чем в мире звезд. Оказалось, что по крайней мере часть скоплений галактик находится в состоянии расширения.

Вскоре были обнаружены голубые выбросы из ядер галактик, открыты и исследованы грандиозные нестационарные явления — колоссальные взрывы, сопровождаемые выбросами огромных газовых масс, мощных струй материи и целых компактных галактик; спокойное истечение материи; необычно мощное радио- и оптическое излучения и другие. Эти исследования привели (1954 г.) к фундаментальному выводу о том, что нестационарные явления, наблюдаемые в галактиках, — результат активности небольших центральных сгущений (ядер галактик). В частности, явление радиогалактик — одно из последствий активности ядер.

Ни звезды, ни газо-пылевая материя, содержащиеся в ядрах галактик, не могут быть причиной этих поразительных явлений. Для их объяс-



Фрагмент снимка, полученного с объективной призмой на метровом телескопе системы Шмидта. В центре — галактика Маркарян-10 с ультрафиолетовым избытком. Эта гигантская (диаметр около 50 000 пс) сейфертовская галактика обладает высокой светимостью. Ее абсолютная звездная величина — 23,0



Строящаяся башня нового телескопа с диаметром зеркала 2,6 м

нения следует допустить, что в ядрах галактик имеются сверхплотные массивные объекты неизвестной природы, физические условия в которых сильно отличаются от условий, наблюдаемых в других космических образованиях.

Интересно отметить, что несмотря на убедительные свидетельства в пользу этого представления еще почти десятилетие широко обсуждалась гипотеза американских ученых В. Бааде и Р. Минковского — первооткрывателей радиогалактик. Согласно этой гипотезе, радиогалактики представляют собой сталкивающиеся галактики. Только обнаружение последствий колоссального взрыва, происшедшего в ядре галактики М 82, и открытие квазаров, которые, по мнению бюраканских астрономов, можно рассматривать как первоначальные стадии развития ядер, охладили пыл сторонников гипотезы Бааде и Минковского. Идея активности ядер галактик обрела широкое признание.

За последние годы в нашей стране и за рубежом на основе наблюдений галактик получены новые важные свидетельства в пользу представления об активности ядер галактик, играющей определяющую роль в эволюции галактик и их систем.

В частности, академик АН АрмССР Б. Е. Маркарян, фотографируя спектры на метровом телескопе системы Шмидта, оснащенном крупнейшей в мире метровой объективной призмой, обнаружил большое число галактик, очень сильно излучающих в ультрафиолетовом диапазоне волн (галактики Маркаряна). Такой необычный цвет излучения галактик

подтверждает происходящие в них нестационарные процессы огромной мощности, обусловленные активностью их ядер. Исследования, выполненные бюраканскими астрономами совместно с астрономами Государственного астрономического института имени П. К. Штернберга и Дайерской обсерватории (США), показали, что около 90% галактик Маркаряна имеют интенсивные эмиссионные линии. Почти десятая часть этих объектов оказалась сейфертовскими галактиками, которые, однако, от классических сейфертовских галактик отличаются более высокой (в среднем на один порядок) светимостью. Среди них встречаются и квазары. Например, объект Маркарян-132 — квазар, по светимости превосходящий все ранее известные объекты этого типа.

Мы рассказали лишь о некоторых работах Бюраканской астрофизической обсерватории, касающихся в основном космогонии звезд и галактик. Следует, однако, добавить, что армянские астрономы выполнили также ценные исследования, посвященные теории переноса излучения, теории флуктуаций, явлениям межзвездного поглощения и поляризации света звезд и туманностей, физике и кинематике нестационарных звезд и туманностей, статистике кратных звезд и галактик и так далее. Исследования, проведенные армянскими астрофизиками, обогатили наши представления о природе и эволюции звезд и галактик и создали новые научные направления. Открытие и изучение звездных ассоциаций и активности ядер галактик, по словам одного из выдающихся астрономов современности Яна Оорта, — «наиболее важ-

ный вклад советских ученых в астрономию». Эти работы произвели переворот в астрофизике и утвердили в ней эволюционную точку зрения.

Деятельность армянских астрофизиков высоко оценена Советским правительством и научной общественностью. За выдающиеся заслуги в развитии астрофизики Бюраканская астрофизическая обсерватория в 1967 г. удостоена высшей правительственной награды — ордена Ленина, а ее бессменный директор, академик В. А. Амбарцумян — высшей награды Академии наук СССР — медали имени М. В. Ломоносова 1971 года. Ранее В. А. Амбарцумяну и Б. Е. Маркаryanу за открытие и исследование звездных ассоциаций была присуждена Государственная премия (1950 г.).

Дальнейшее развитие астрофизики в Армении связано с вводом в действие 2,6-метрового телескопа. Он позволит использовать современные методы исследования (электронная фотография, спектроскопия высокой разрешающей силы, электрофотометрия и поляриметрия и так далее) для более детального и всестороннего изучения слабых звезд и галактик. Большое внимание будет уделено автоматизации трудоемких процессов обработки наблюдательного материала. Благодаря этому в ближайшие годы существенно повысится эффективность наблюдений, что поможет Бюраканской астрофизической обсерватории внести свою лепту в приближение того периода, когда, по словам В. А. Амбарцумяна, «...астрономия вновь станет источником новых идей и коренных изменений в физике».



А с т р о н о м и я

Астрономия в Прибалтийских республиках имеет давние традиции, но разные научные интересы исследователей и связи с разными научными центрами сказались на выборе тематики астрономических работ. Общее лишь одно — во всех республиках бурное развитие астрономии началось при Советской власти после Великой Отечественной войны. В публикуемых ниже статьях доктора физико-математических наук В. Страйжиса, кандидатов физико-математических наук А. Балклавса и Л. Лууда рассказывается о достижениях астрономии в Литве, Латвии и Эстонии.

Литовские

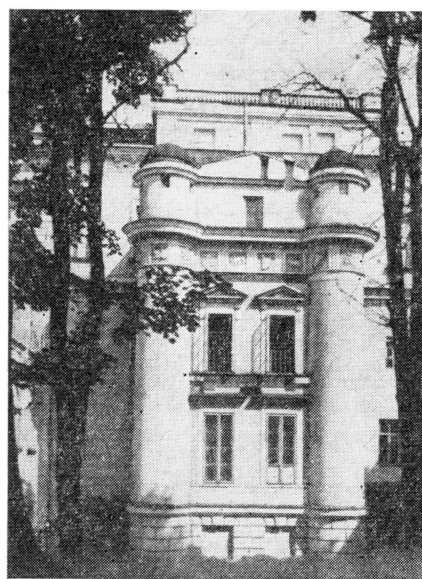
астрономы —

создатели

многоцветной

фотометрии звезд

Астрономическая обсерватория Вильнюсского университета одна из старейших в Европе. Она основана в 1753 г. В XVIII в. обсерватория прославилась своими наблюдениями движения Меркурия, послужившими Лаланду для определения орбиты Меркурия, а также Цереры, Паллады, Урана и комет. В первой половине XIX в. на обсерватории проводились наблюдения Солнца и Луны, затмений спутников Юпитера, покрытий звезд. Во второй половине XIX в. в Вильнюсской обсерватории была организована первая в мире регулярная фотографическая Служба Солнца. Тогда же начались и наблюдения звезд с фотометром Шверда. Однако условия царизма не благоприятствовали развитию астрономической науки. После 124-летнего существования Вильнюсская обсерватория была закрыта. В помещении старой об-



Здание старой обсерватории Вильнюсского университета

в Советской Прибалтике

серватории, над главным зданием университета, сейчас находится музей, где выставлены сохранившиеся инструменты.

После первой мировой войны астрономия в Литве развивалась в Каунасском университете и Вильнюсе. В предместье Каунаса была организована небольшая обсерватория, которой руководил профессор Б. Кодатис. Обсерватория занималась подготовкой астрономов, геодезическими работами и планировала астрофизи-

ческие исследования, в частности, исследования межзвездного поглощения света. Для строительства рефлектора было приобретено в США зеркало диаметром 63 см.

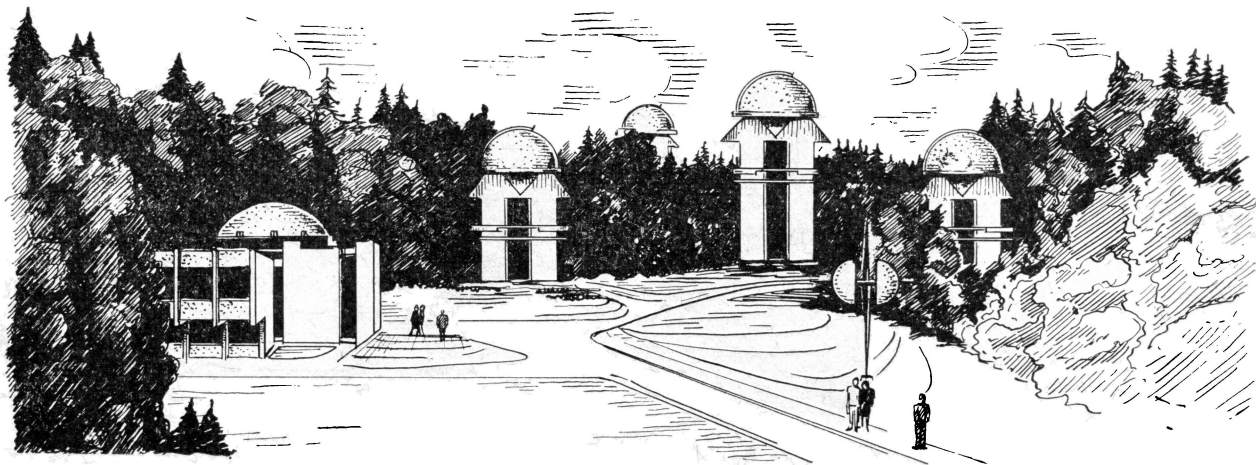
Астрономическая обсерватория Вильнюсского университета была перенесена на окраину города, в окрестности парка Вингис. На нескольких рефракторах здесь проводились двухцветные фотографические наблюдения переменных звезд. В обсерватории работали ныне известные

польские астрономы В. Дзевульский, В. Ивановска и В. Зонн. Перед второй мировой войной был приобретен рефлектор фирмы Гребб Парсонс диаметром 48 см, на котором начались спектральные наблюдения звезд.

В 1940 г. Каунасская и Вильнюсская обсерватории объединились, и все инструменты были сосредоточены в Вильнюсе. Литовские астрономы разработали план фотометрического и спектрального исследований межзвездного поглощения и распределения звезд в Млечном Пути, которому не суждено было осуществиться — началась война. Во время войны сильно пострадали здание обсерватории, башни и инструменты.



Астрономическая обсерватория Вильнюсского государственного университета



Так будет выглядеть Молетская астрономическая обсерватория АН Литовской ССР

В послевоенные годы центр тяжести астрономических исследований в Литве постепенно переместился из университета в Академию наук. В 1957 г. в Институте физики и математики АН Литовской ССР была создана астрономическая группа, которую в 1967 г. преобразовали в сектор астрофизики. Основным направлением работ астрофизиков стало исследование структуры и эволюции Галактики фотометрическими методами. Малая проникающая способность спектральных исследований заставила вильнюсских астрономов искать другие методы, позволяющие изучать на сравнительно небольших телескопах слабые звезды. В 1962 г. они приступили к разработке многоцветной фотометрической системы, с помощью которой чисто фотометрическим методом, без привлечения спектральных наблюдений, удастся определять спектральные классы, абсолютные величины, параметры химического состава звезд и межзвездное покраснение. В 1970 г. были начаты исследования структуры Галактики с применением оптимальной фотометрической системы.

Уже выполнены семицветные и

восьмицветные фотоэлектрические наблюдения около 1500 звезд. Они проводятся главным образом на 48-сантиметровом рефлекторе Астрономической обсерватории Вильнюсского университета. Рефлектор с 1968 г. установлен в башне Крымской астрофизической обсерватории в Симеизе. В наблюдениях применяются современные методы регистрации излучения, основанные на счете фотонов. В 1969 г. началось строительство загородной базы сектора астрофизики АН Литовской ССР в 80 км к северу от Вильнюса, в деревне Кулионис Молетского района. Здесь многоцветные фотоэлектрические наблюдения выполняются на 25-сантиметровом рефлекторе. Причем точность показателей цвета звезд, измеренных в Молетской обсерватории, превышает точность, достигаемую в Симеизе. В этом году в Молетской обсерватории вступит в строй 63-сантиметровый рефлектор, а в ближайшие годы будут построены еще башни для 40- и 48-сантиметрового рефлекторов, а также здание обсерватории.

Скоро вильнюсские астрономы станут обладателями рефлектора диаметром 165 см. Инструмент создает-

ся в сотрудничестве с Астрономической обсерваторией Ленинградского университета. В кассегреновском фокусе рефлектора можно будет устанавливать электрофотометр и два спектрографа малой и большой дисперсии. Предполагается, что на этом телескопе с помощью многоцветной фотометрической системы удастся определять спектральные классы, абсолютные величины, межзвездное покраснение и другие характеристики звезд до 15-й величины. Телескоп будет установлен в одной из южных обсерваторий с хорошим астроклиматом. А пока вильнюсские астрономы пользуются гостеприимством других обсерваторий, оснащенных крупными телескопами,— Крымской, Шемахинской, Балдонской.

Кроме фотометрических исследований звезд, в Вильнюсе проводятся теоретические работы по эволюции межзвездной среды, исследованию симбиотических переменных звезд, истории астрономии и другие. Регулярно с 1960 г. выходит «Бюллетень Вильнюсской астрономической обсерватории». В обсерватории собрана богатая библиотека, содержащая астрономические журналы и публикации обсерваторий всего мира.

Латвия — центр

исследования

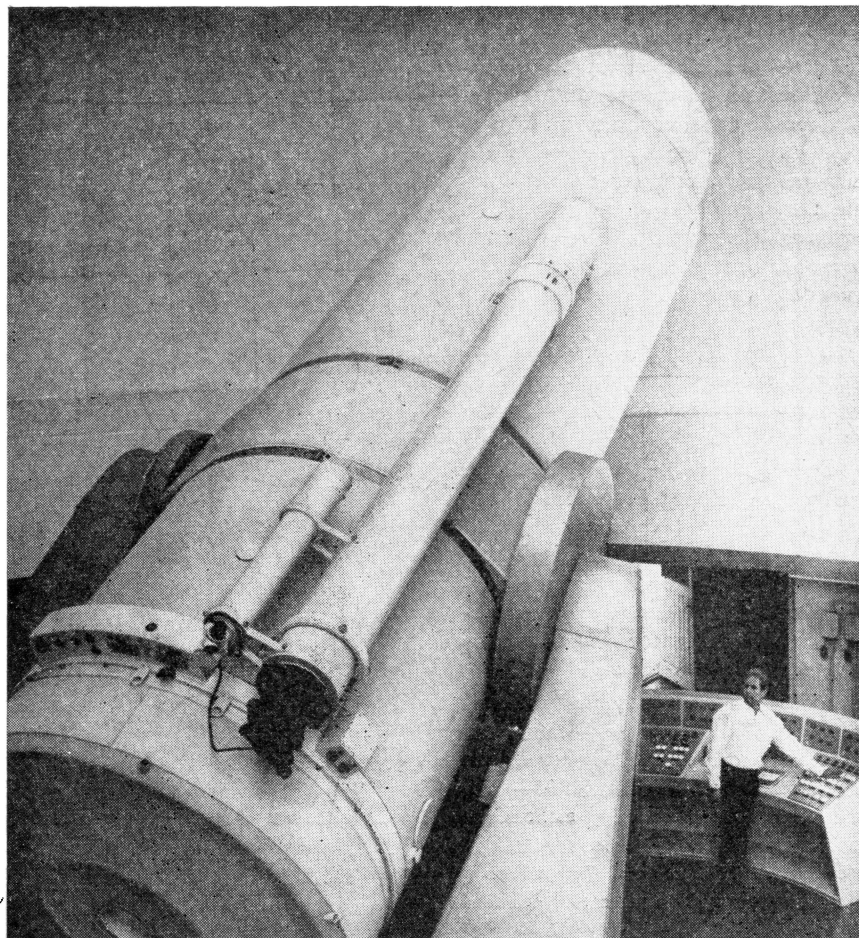
красных

гигантов

В Латвии астрономия тоже имеет давние традиции. В начале XVIII столетия астрономические наблюдения проводились в обсерватории Елгавской академической гимназии, а позже, в первой половине XIX столетия, — в обсерватории Рижского замка. В конце XIX в. важные работы в области небесной механики выполнил профессор рижского Политехнического института математик П. Боль.

После первой мировой войны астрономические исследования проводились в Латвийском университете. Здесь работали такие видные астрономы, как А. Жаггерс, Ф. Блумбахс, С. Василевскис (ныне президент Комиссии фотографической астрономии МАС) и другие.

Еще один центр астрономических исследований появился в Латвии после окончания Великой Отечественной войны. В 1946 г. при Институте физики и математики был организован Астрономический сектор, руководителем которого стал профессор Ф. Блумбахс. Первые работы Астрономического сектора были связаны с научными интересами его руководителя — проблемами точного време-



Телескоп системы Шмидта Радиоастрофизической обсерватории АН Латвийской ССР

ни. Но уже тогда по инициативе молодых сотрудников К. Штейнса и Я. Икауниека начались интенсивные поиски другой перспективной тематики.

Большую помощь в этом оказали московские астрономы, особенно член-корреспондент АН СССР П. П. Паренаго и профессор Б. В. Кукаркин. Именно они привлекли внимание Я. Икауниека к красным гигантам. И когда в 1948 г. руководителем Астрономического сектора (с 1958 г. — Астрофизическая лаборатория, а с 1967 г. — Радиоастрофизическая обсерватория АН Латвийской ССР) утвердили Я. Икауниека, в планы работы были включены статистические исследования красных гигантов.

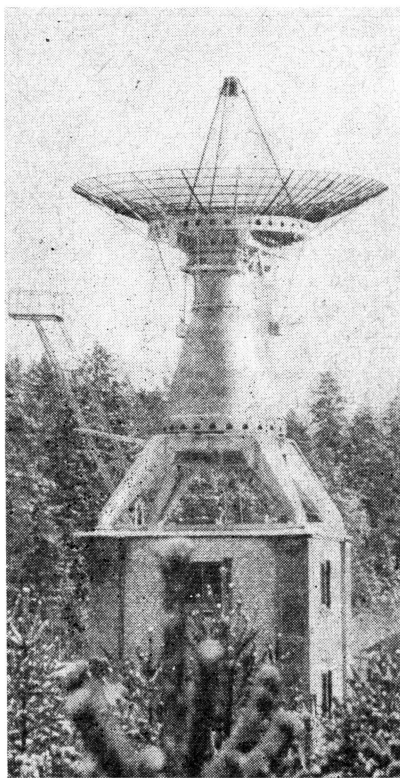
В 1954 г. Президиум Академии наук Латвийской ССР принял решение о строительстве обсерватории вблизи Балдоне (Риекстукалс). В 1958 г. там установили первый 20-сантиметровый телескоп-рефрактор, а в 1966 г. — рефлектор системы Шмидта — самый крупный оптический инструмент обсерватории. Для электрофотометрических исследований в обсерватории изготовили два одинаковых рефлектора системы Кассегрена с диаметром зеркала 55 см. В 1970 г. телескопы-«близнецы» были установлены в новом павильоне с двумя башнями.

В 1956 г. латвийские астрономы приступили к составлению каталога собственных движений красных ги-

гантов. Эта работа завершилась в 1966 г. Определены и уточнены собственные движения почти 1500 красных гигантов, выявлена зависимость физических параметров этих звезд от их движения и распределения в Галактике, оценены средние абсолютные величины разных типов красных гигантов. Установлены также вполне определенные различия в пространственном распределении в Галактике углеродных звезд различного типа переменности. Радиоастрофизическая обсерватория стала признанным центром исследований красных гигантов.

Изучение красных гигантов будет продолжаться. Так как максимум излучения самых холодных звезд находится в инфракрасной области спектра, то в дальнейшем большое значение приобретут наблюдения с созданным в обсерватории инфракрасным электрофотометром.

С 1958 г. в обсерватории развивается новое направление — солнечная радиоастрономия. В Международный год спокойного Солнца (1964—1965) латвийские астрономы выполняли первичную обработку советских радионаблюдений светила. Они обнаружили ряд закономерностей солнеч-

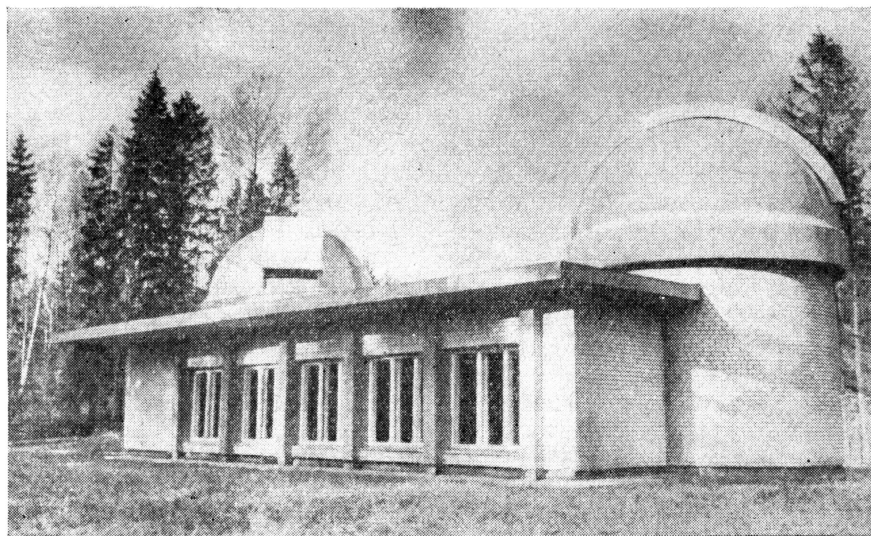


Радиотелескоп Радиоастрофизической обсерватории АН Латвийской ССР. На этом инструменте наблюдают дециметровое радиоизлучение Солнца

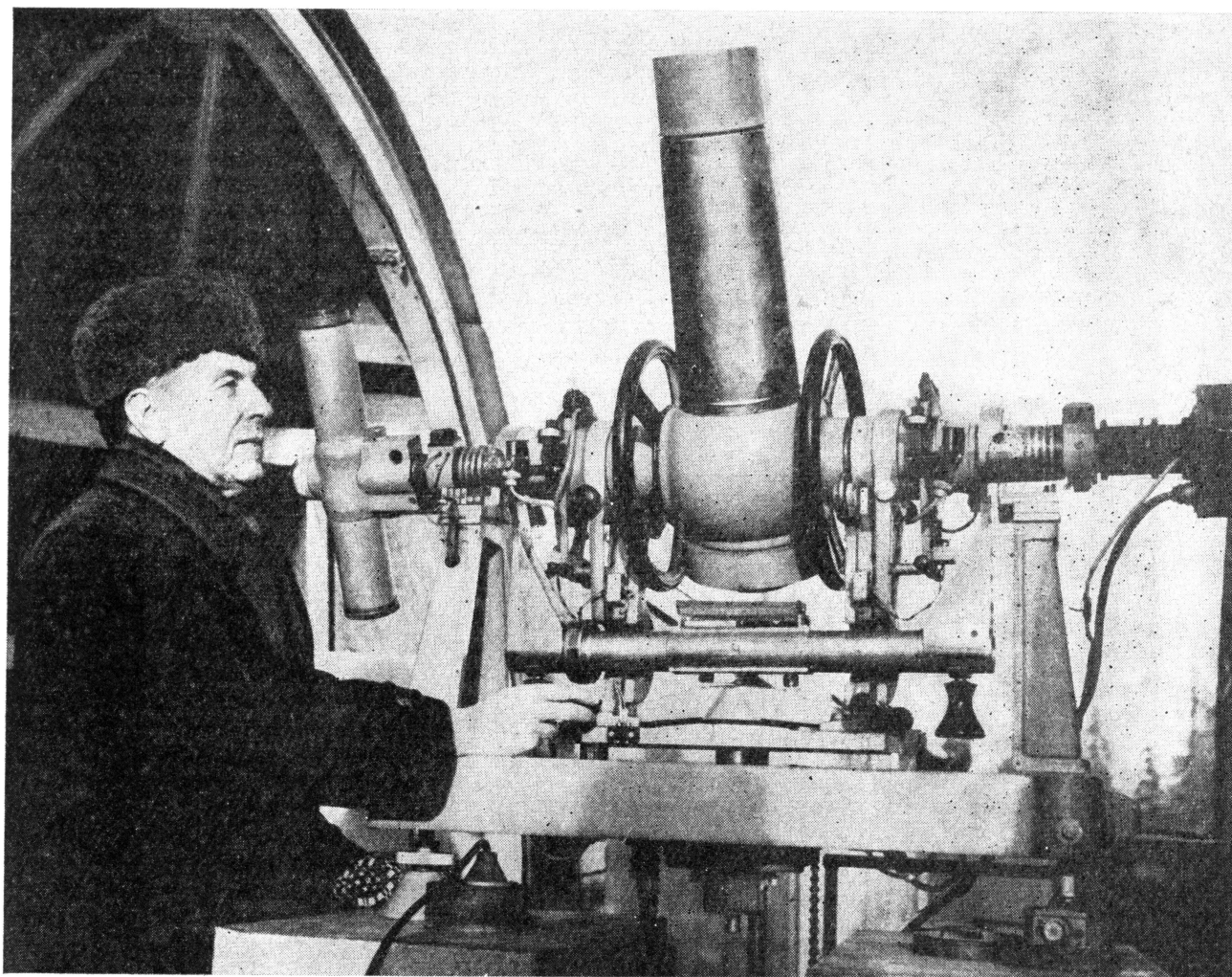
ного радиоизлучения, генерации протонных потоков и предложили новую классификацию радиовсплесков.

В 1971 г. закончено строительство радиотелескопа для наблюдения Солнца в дециметровом диапазоне волн (РТ-10). Диаметр его антенны 10 м. Исследования радиоизлучения Солнца имеют не только теоретическое, но и народнохозяйственное значение. Процессы на Солнце вызывают различные геофизические последствия, поэтому прогноз их — одна из актуальнейших задач радиоастрономов обсерватории.

За годы Советской власти значительно расширилась и Астрономическая обсерватория Латвийского университета, где сохраняется и развивается традиционная тематика — Служба времени и небесная механика. С 1951 г. Служба времени университета включена в единую систему Службы времени СССР. Непрерывно совершенствуя методику наблюдений на пассажном инструменте, а также создавая новую оригинальную аппаратуру, астрономы обсерватории значительно увеличивают точность наблюдений. С 1968 г. Служба времени Астрономической обсер-



Павильон телескопов-«близнецов» Радиоастрофизической обсерватории АН Латвийской ССР. В павильоне установлены два одинаковых 55-сантиметровых телескопа для электрофотометрических наблюдений. Купола изготовлены из стеклопластика



Руководитель обсерватории Латвийского государственного университета профессор К. Штейнс у пассажного инструмента

ватории Латвийского университета занимает по точности первое место в СССР и второе в мире, вслед за знаменитой Гриничской обсерваторией. В обсерватории университета разработан автоматизированный фотоэлектрический зенит-телескоп для одновременного определения коррекций часов и географической широты места. Здесь же ведутся исследования неравномерности вращения Земли.

Во время Международного геофизического года в университете была создана станция наблюдений за ис-

кусственными спутниками Земли. М. Абеле и К. Лапушка сконструировали оригинальные фотокамеры для наблюдения спутников. Станция принимает участие в нескольких советских и международных программах, а также в программе, предусматривающей использование лазеров в наблюдениях искусственных спутников Земли.

Успешно работают астрономы университета и в области небесной механики. Широко известны исследования по движениям и статистике комет руководителя обсерватории про-

фессора К. Штейнса*. Расширяется изучение малых планет. И не случайно одна из них носит название столицы республики — Рига (1796). Параллельно научной работе Астрономическая обсерватория Латвийского государственного университета готовит новых специалистов-астрономов. За годы Советской власти в республике выросли талантливые ученые, которым под силу все более сложные и важные задачи современной астрономии.

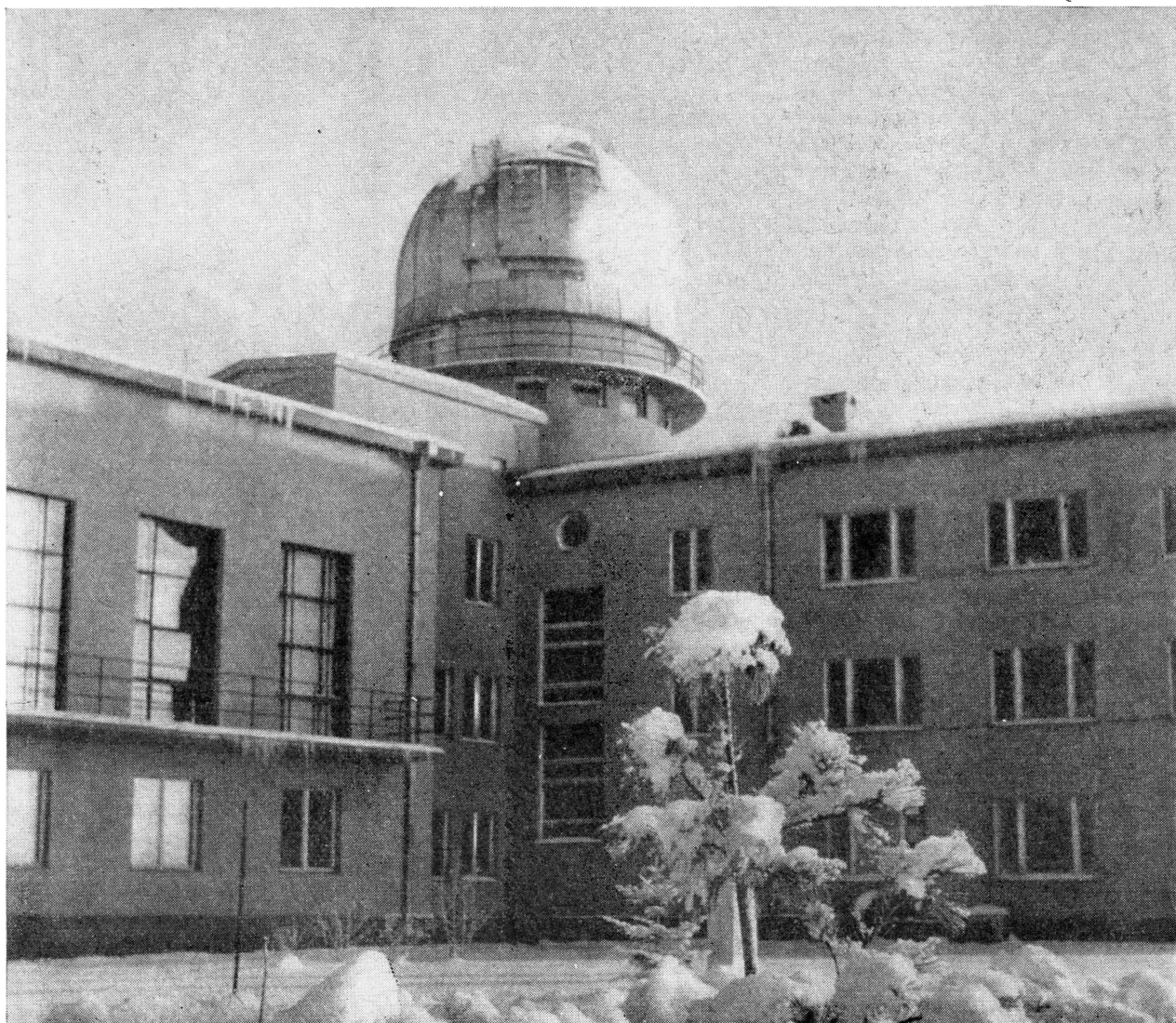
* К. Штейнс. В путешествие с кометой. «Земля и Вселенная», № 5, 1965 г. (Прим. ред.)

**Эстонские
астрономы
исследуют
галактики
и звезды**

На эстонской земле работали многие крупные астрономы: В. Я. Струве, имя которого носит Тартуская астрофизическая обсерватория, А. Я. Орлов, Г. В. Левицкий и К. О. Попровский. Работали здесь известный польский астроном Т. Банахович, немецкие исследователи Э. Гартвиг и Х. Мэдлер. Учились в Тарту и советские астрономы — академики Г. А. Шайн и Н. П. Барабашов. После первой мировой войны родилась эстон-

ская астрономическая школа, во главе которой были Э. Эпик и Т. Роотсмяэ. В 30-х годах свою научную деятельность начали и академик АН ЭССР А. Киппер, член-корреспондент АН ЭССР Г. Кузмин и профессор В. Рийвес.

Тартуская обсерватория всегда имела сравнительно скромное оборудование. Только во времена В. Я. Струве здесь был установлен крупнейший 8-дюймовый рефлектор Фраунгофе-



Главное здание Астрофизической обсерватории имени В. Я. Струве

ра, который сейчас хранится в музее обсерватории.

Главное направление научной работы обсерватории — звездную астрономию — определил еще В. Я. Струве. Строителями новой астрономии в Эстонской ССР стали А. Киппер, Г. Кузмин и В. Рийвес.

Сразу после войны была восстановлена обсерватория в Тарту, начались наблюдения комет и малых планет, теоретические исследования. В это время академик АН ЭССР А. Киппер выполнил свои замечательные работы, объясняющие непрерывное излучение газовых туманностей процессом двухфотонного излучения водорода, и разработал теорию путаных магнитных полей звезд. Тогда же Г. Кузмин провел глубокое исследование движения звезд в нашей Галактике.

Однако наиболее важным было создание новой обсерватории. Еще до первой мировой войны тартуские астрономы мечтали о реконструкции обсерватории и о загородной наблюдательной базе. Но только Советская власть сделала это возможным. В 1954 г. в Тарту состоялась выездная сессия Астрономического совета Академии наук СССР. Сессия поддержала намерения тартуских астрономов построить новую обсерваторию на плато Тыравере, в 22 км от Тарту. Любопытно, что строительство обсерватории началось 26 мая 1958 г. — в день, когда исполнилось 150 лет прославленной обсерватории, в которой работал В. Я. Струве. В 1964 г. состоялось открытие обсерватории. К этому времени были установлены 70-сантиметровый рефлектор (АЗТ-8), двойной телескоп «Кастор» и «Поллукс» из двух 48-сантиметровых рефлекторов (АЗТ-14) и несколько малых инструментов. В 1962 г. Президиум Академии наук ЭССР принял решение о строительстве 1,5-метрового рефлектора. Можно ожидать, что его установят в 1973 г. Этот телескоп будет управляться ЭВМ, которая пока используется для вычислений и регистрации фотоэлектрических наблюдений и обработки спектрограмм. На обсерватории изготовлены спектрофотометрические и электрофотометрические приборы.



Шарообразный купол из стеклопластика для одного из 48-сантиметровых рефлекторов Тартуской астрофизической обсерватории

В будущем астрономы Эстонии надеются построить и свою «южную базу» — установить фотоэлектрический телескоп в одной из южных обсерваторий Советского Союза.

Астрономы Тартуской астрофизической обсерватории выполнили ряд интересных работ. В секторе теоретической астрофизики занимаются исследованием переноса излучения в атмосферах и недрах звезд, а также релятивистской космологией. Заведующий сектором кандидат физико-математических наук А. Сапар из уравнений классической квантовой электродинамики вывел фундаментальное уравнение теории переноса излучения. Кандидат физико-математических наук У. Уус получил интересные результаты при изучении

внутреннего строения и эволюции красных гигантов.

В области релятивистской космологии нужно отметить модели Вселенной А. Сапара, учитывающие вместе с веществом и излучение в пространстве, и исследование неоднородностей в космологии, выполненные кандидатом физико-математических наук Э. Сааром. Философскими проблемами космологии занимается известный философ академик АН ЭССР Г. Наан, а фундаментальными проблемами теории относительности — академик АН ЭССР Х. Керес и кандидат физико-математических наук В. Унт.

В секторе звездной астрономии изучается структура и динамика Галактики и других звездных систем.

За работы по звездной динамике заведующий сектором член-корреспондент АН ЭССР Г. Кузмин в 1971 г. был удостоен премии имени Ф. А. Бредихина Академии наук СССР. Исследования строения и эволюции галактик, проведенные его учеником кандидатом физико-математических

наук Я. Эйнасто, известны в СССР и за рубежом.

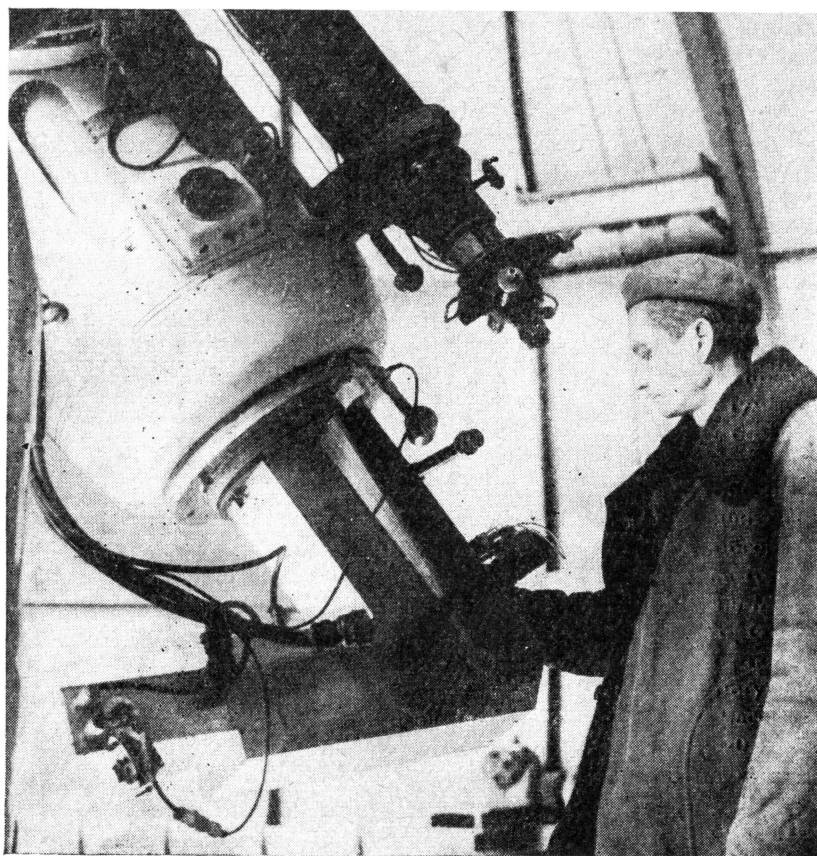
Сектор экспериментальной астрофизики занят созданием новых инструментов, автоматизацией наблюдений и их обработки. Условия для астрономических наблюдений в Эстонии довольно посредственные, поэтому

здесь ведутся работы, требующие сравнительно малого количества наблюдений, но значительного времени для интерпретации. Исследуются нестационарные звезды с большой массой и физические условия в атмосферах холодных звезд (кандидаты физико-математических наук Л. Лууд и Т. Киппер).

С началом работы новой обсерватории не прекратилась научная деятельность и в старой городской обсерватории. Профессор Тартуского государственного университета В. Рийвес продолжает исследование физических процессов в кометах, разрабатывая для этого методы фотографической фотометрии.

Научные связи эстонских астрономов с астрономами других республик и зарубежных стран расширяются с каждым годом. Огромную помощь в развитии астрономии в Тарту оказывают Крымская астрофизическая обсерватория, Ленинградский университет, Ленинградское оптико-механическое объединение и Астрономический совет АН СССР.

Завершая краткое знакомство с астрономическими обсерваториями Прибалтийских Советских республик, надо отметить, что за время Советской власти в Литве, Латвии и Эстонии созданы необходимые условия для развития астрономии. Астрономы этих республик скоро будут располагать мощными телескопами и, несомненно, внесут значительный вклад в успехи советской науки.



Младший научный сотрудник Ю. Ибрус наблюдает со спектрофотометром Тартуской астрофизической обсерватории



Р. Б. ТЕПЛИЦКАЯ
кандидат физико-математических наук

Астрономия в Сибири и на Дальнем Востоке

Традиционные центры астрономической науки, расположенные в европейской части Советского Союза и Средней Азии, давно себя зарекомендовали и пользуются заслуженным авторитетом. Не всем, однако, известно, что и к востоку от Уральского хребта в последние годы появились астрономические учреждения, так что в настоящее время можно говорить не только о перспективах развития астрономии на этой обширной территории, но и подводить некоторые итоги.

Особенности географического положения Сибири и Дальнего Востока в известной степени предопределили тематику астрономических исследований. Еще большую роль в этом сыграло общее направление развития науки на востоке страны, создание новых научных центров, призванных изучать природные богатства и способствовать развитию производительных сил огромного края. Прежде всего, требованиями практики объясняется то, что из всех разделов астрономии наибольшее развитие получила физика Солнца. Две маленькие станции Службы Солнца—при обсерватории Иркутского университета и Уссурийская станция—не могли больше удовлетворять все растущие потребности в непрерывных первоклассных наблюдениях Солнца, роль которых особенно увеличилась в свя-

зи с выходом человека в космос и начавшимся освоением околоземного пространства.

В 1960 г. Иркутская комплексная магнитно-ионосферная станция была реорганизована в Сибирский институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн (Сиб-ИЗМИР) и вошла в систему Сибирского отделения АН СССР. Очень скоро институт стал одним из крупнейших в Советском Союзе исследовательских центров, занимающихся проблемой Солнце—Земля. Возглавляет его член-корреспондент АН СССР В. Е. Степанов. Институт занимается как теоретическими исследованиями взаимодействия солнечной плазмы и солнечной радиации с магнитосферой, ионосферой, стратосферой и тропосферой Земли, так и прогнозированием состояния ионосферы. Специально для обслуживания радиоцентров Сибири и Дальнего Востока при институте было создано Бюро прогнозов распространения радиоволн. Естественно, что новому институту понадобилось «свое Солнце»—детальное изучение комплекса всех процессов, протекающих в активных областях и приводящих к выносу геоэффективных потоков в окружающую среду. Целесообразность создания крупной солнечной обсерватории диктовалась также климатическим режимом Восточной Си-

бири: в зимнее время, когда Крым, Кисловодск, Украина окутаны туманами, здесь преобладает ясная безветренная погода.

Современная солнечная обсерватория невозможна без хороших наблюдений короны. Поэтому обсерваторию решено было строить в горах. 1 января 1964 г., в первый день Международного года спокойного Солнца, измерениями магнитных полей солнечных пятен начались регулярные наблюдения на горе Часовые Сопки в Восточных Саянах (320 км к юго-западу от Иркутска, на высоте 2010 м над уровнем моря).

Саянская горная обсерватория работает уже восьмой год. На приезжающих сюда многочисленных гостей она производит несколько странное впечатление... Неповторимая в своей первозданной красоте местность. На противоположной стороне Тункинской долины протянулись графически четкие вершины Тункинских Гольцов (Тункинских Альп, как их называют в Сибири). Рядом—высочайший массив Восточных Саян—Мунку-Сардык. Горстка деревянных домиков на гребне сопки. Солнечный телескоп (АЦУ-5), к которому обычно сразу же приглашают гостя, и по сей день установлен в помещении, больше всего напоминающем деревянный сарай на высоких сваях. Каждая свая пробита сквозь слой вечной

мерзлоты и углубляется в почву на 1,5 м. Все это мало соответствует сложившимся представлениям об обсерватории. Настроение, однако, резко меняется, едва попадаешь внутрь здания. Сразу дает о себе знать специфика обсерватории, возникшей в 60-х годах нашего электронного века.

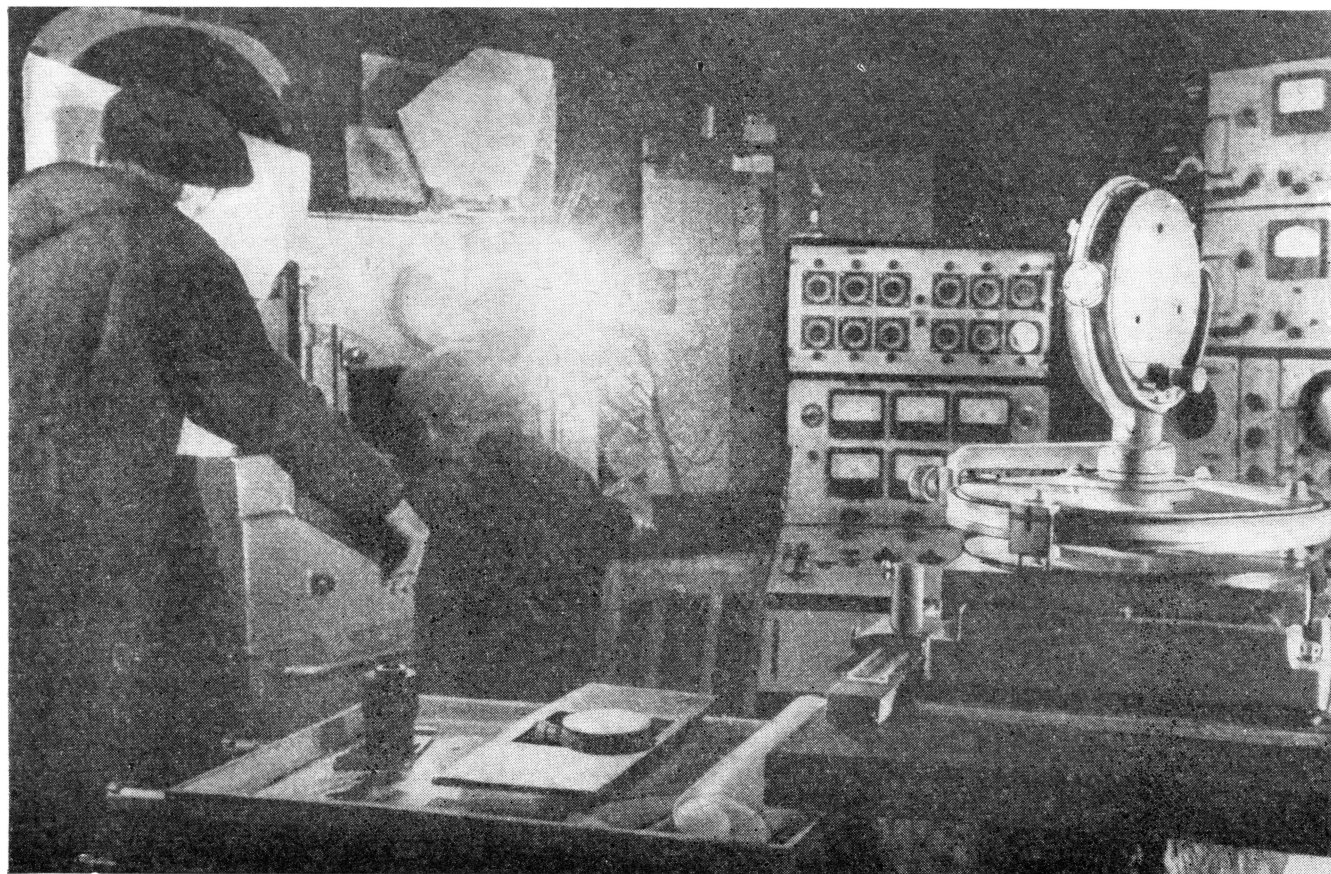
Определяющая роль магнитного поля во всех проявлениях солнечной активности настолько теперь очевидна, что строительство обсерватории по существу происходило под знаком создания первоклассных магнитографов — приборов, способных измерять магнитные поля в атмосфере Солнца с точностью до 1 э. Пока на горе прогревалась почва и забивались сваи, внизу, в Иркутске, во весь ход шел монтаж и настройка первого

магнитографа обсерватории — магнитографа полного вектора поля. Идея инструмента возникла еще во время совместной работы академика А. Б. Северного и В. Е. Степанова в Крымской астрофизической обсерватории. В Иркутске благодаря тесному сотрудничеству с кафедрой радиофизики университета удалось привлечь к изготовлению прибора нескольких молодых специалистов по электронной технике, и магнитограф уже в 1964 г. был использован для исследования общего магнитного поля Солнца. Сейчас этот инструмент демонтирован, а его место занял более универсальный, трехуровневый магнитограф. Он регистрирует все три компоненты вектора напряженности магнитного поля, скорость и яркость

солнечной плазмы на уровне фотосферы и на двух более высоких уровнях, в хромосфере.

Солнечный телескоп посылает свет на щель спектрографа (АСП-20). Все основные работы, в том числе и магнитографические, выполняются на этом спектрографе. При желании его можно очень быстро превратить в эшелюнный спектрограф, на котором одновременно фотографируется с высокой дисперсией вся видимая область спектра и близкая ультрафиолетовая. Еще одна модификация — и прибор становится спектрографом двойного прохождения, позволяющим максимально увеличивать разрешение спектральных линий.

В тех случаях, когда нужно получать изображение Солнца в моно-



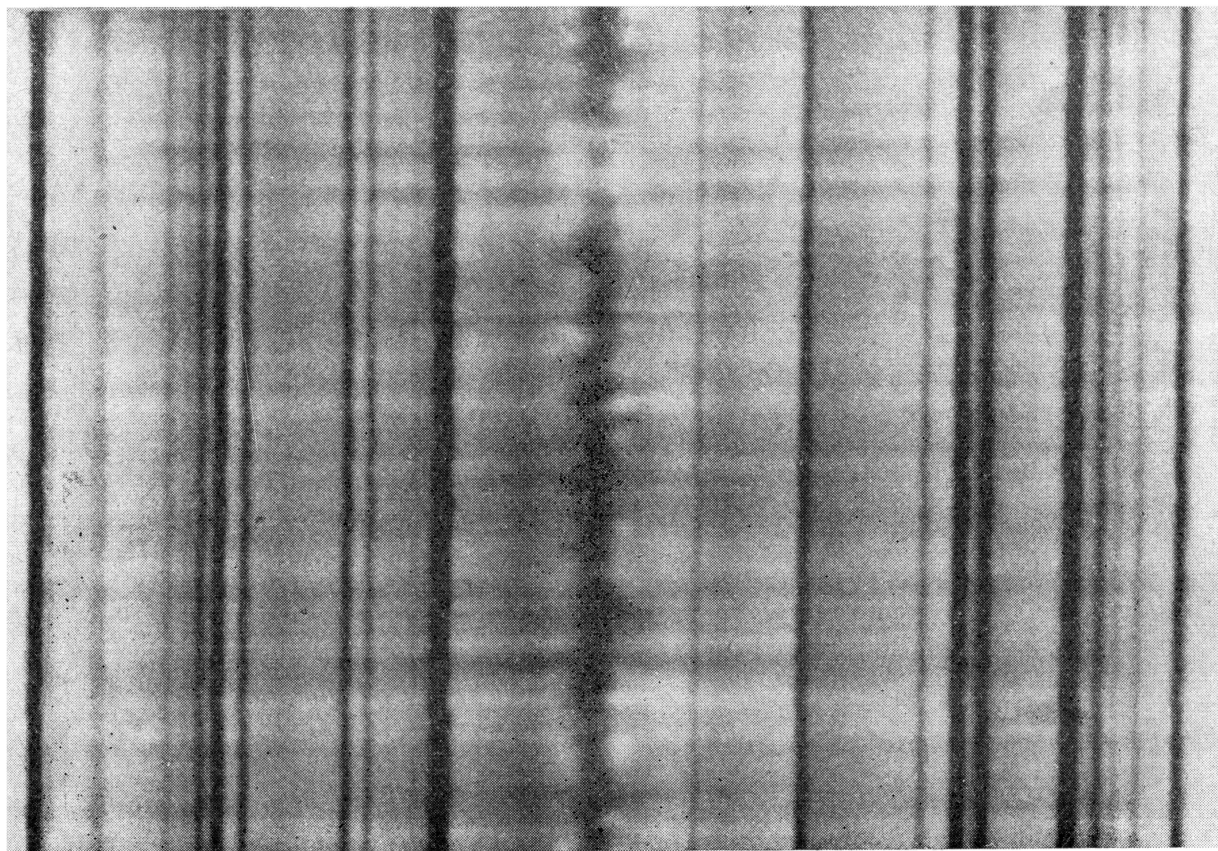
В павильоне солнечного телескопа Саянской обсерватории

хроматическом свете, можно воспользоваться интерференционно-поляризационными фильтрами, пропускающими свет длины волны водородной линии H_{α} или линии К ионизованного кальция. В скором времени к этим фильтрам присоединится еще один, с шириной полосы пропускания всего 0,08 Å. Его изготавливают в оптической лаборатории института. Фильтр настроен на длину волны линии 4554 Å ионизованного бария, возникающей в нижней хромосфере; полоса пропускания может быть перестроена на длину волны линии водорода H_{β} , что позволит легко перейти на более высокий уровень атмосферы Солнца. Оптическая лаборатория, специализирующаяся на поляризационной оптике, организована недав-

но, но ее сотрудники успели получить пять авторских свидетельств на изобретения.

Трудно в небольшой статье рассказать о результатах всех работ, выполненных за несколько лет на телескопе. Остановимся лишь на некоторых. В 1966 г. при исследовании магнитного поля развитых активных областей было обнаружено, что магнитные потоки, проходящие через отдельные пятна, не компенсируются в пределах одной группы. Существуют избыточные потоки, свидетельствующие о том, что силовые трубки поля уходят далеко в корону, а может быть, и в межпланетное пространство. С другой стороны, есть магнитные потоки, которые проникают в ведущие пятна группы в подфо-

тосферных слоях из других активных областей. Было высказано предположение, что все магнитные поля связаны друг с другом и образуют сложный комплекс магнитных структур, наблюдаемых на различных уровнях атмосферы Солнца. Такая точка зрения может быть подкреплена многими хорошо известными явлениями: активизацией во время вспышек удаленных от них волокон (протуберанцев), существованием магнитных холмов — центров «притяжения» протуберанцев, симпатических вспышек, то есть одновременным появлением нескольких вспышек, часто очень отдаленных друг от друга (иногда даже в противоположных полушариях). Эта гипотеза была подтверждена недавно измерениями



Спектр Солнца вблизи линии H_{α} ионизованного кальция. Спектр получен со спектрографом, который установлен на солнечном телескопе Саянской обсерватории

рентгеновского излучения в короне. Выход магнитного поля в корону следует также из теоретического анализа динамики силовых трубок в атмосфере Солнца и наблюдений Солнца в радиодиапазоне.

Солнечные пятна — места сосредоточия наиболее сильных магнитных полей активных областей. Предполагается, что в глубоких слоях Солнца вследствие особенностей его вращения образуются гигантские магнитные трубки в виде торов. На трубки действует своеобразная подъемная сила. Отдельные петли, всплывая вверх на поверхность, дают начало биполярным группам солнечных пятен. Это явление, предсказанное теоретиками, косвенно подтверждается некоторыми особенностями развития групп пятен, но непосредственно никем еще не наблюдалось. Однако в 1966 г. в Саянской обсерватории были проведены уникальные измерения. В течение нескольких дней регистрировалось поле в одной и той же области внутри «королевской» зоны (так называется пояс в пределах 35° гелиографической широты по обе стороны от экватора, в котором обычно располагаются пятна). В один из дней удалось подкараулить появление холма магнитного поля с силовыми линиями почти параллельными поверхности; в последующие дни на краях холма образовались пятна, а между ними поле значительно ослабело. Это пока единственные данные о начальной стадии магнитной эволюции пятна, и они пользуются широкой известностью среди специалистов.

В спектрах магнитных звезд существует так называемый кроссовер-эффект, то есть аномальное распределение поляризации внутри контура спектральной линии. Долгое время он считался специфическим признаком магнитных звезд, и природа его оставалась неясной. При фотографировании спектров с анализаторами поляризованного света кроссовер-эффект неожиданно был обнаружен в полутени некоторых пятен. По-видимому, явление связано со сложной структурой поля и движением вещества в полутени.

Рядом с тяжеловесным павильо-

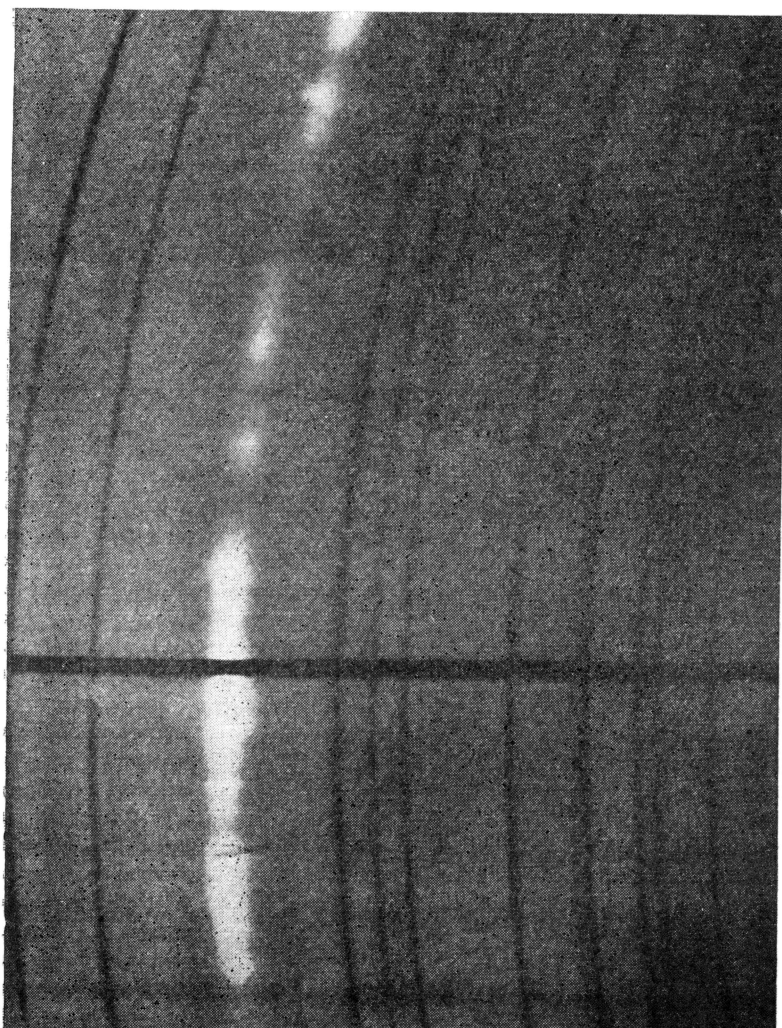
ном солнечного телескопа возвышается ажурная конструкция большого внеатмосферного коронографа. Диаметр его объектива 530 мм. С помощью этого инструмента уже измерена скорость дифференциального вращения Солнца на уровне короны. Сейчас работа продолжается и будет дополнена исследованием относи-

тельного распределения температуры короны на различных гелиографических широтах.

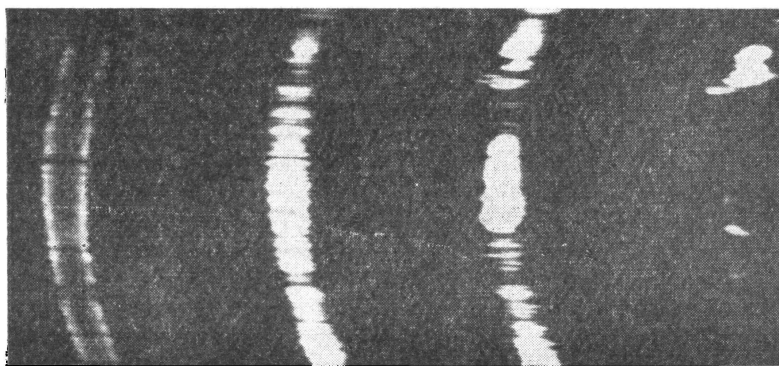
Недалеко от изящного, но, увы, плохо защищенного от ветра коронографа построено приземистое здание с длинным носом и круглыми глазами Буратино. Войдя внутрь здания, видишь, как оно велико — диа-



Большой коронограф Саянской солнечной обсерватории



Красная корональная линия, принадлежащая девятикратно ионизованному железу. Фотография получена на коронографе Саянской станции



Хромосферные спикеры в лучах водородной линии H α . Снимок сделан на коронографе Саянской солнечной станции

метр купола 12 м. Здесь установлен еще один коронограф, на котором предполагается фотографировать фотосферу и хромосферу в условиях максимально возможного при наземных наблюдениях освобождения от рассеянного света.

Саянская обсерватория была задумана как корональная станция, и она оправдала возложенные на нее надежды. Среди солнечных дней велик процент «корональных», с идеально синим небом и почти полным отсутствием околосолнечного ореола. Но капризная погода в горах не слишком благоприятствует другим наблюдениям. Иногда бывает очень трудно получить спектрограммы хорошего качества, так как сильно дрожит изображение солнечного диска.

Специальные, весьма обширные наблюдения астроклимата, выполненные на территории Иркутской области и Бурятской АССР, показали, что наилучшее качество изображения может быть достигнуто в поселке Лиственничном на берегу Байкала. Здесь находится вторая обсерватория СибИЗМИР, куда в начале 1971 г. перенесена Служба Солнца — наблюдения фотосферы и хромосферы (на телескопах АФР-2 и -3). Астроклимат Лиственничного весьма благоприятен: дрожание изображения в два раза меньше, чем в Саянах, зима на Байкале сравнительно мягкая, лето прохладное и малооблачное. В Лиственничном уже выполнены интересные наблюдения хромосферных вспышек. В частности, прослежена вся история развития сильной вспышки 5 ноября 1970 г. Эти наблюдения тем более ценны, что они совпали со временем полета спутника «Интеркосмос-4» и дают возможность сравнить наземные и внеатмосферные данные.

Среди аппаратуры для исследований Солнца важное место занимают радиотелескопы. Основным прибором СибИЗМИР пока служит радиополяриметр, работающий на длине волны 3,2 см. С его помощью тщательно проанализирована связь источников поляризованного излучения с пятнами, вспышками и другими объектами оптического диапазона спектра. В 1971 г. начаты исследова-

ния флуктуаций интенсивности радиоизлучения в сантиметровом диапазоне на двух идентичных инструментах (интерферометрах с малой базой). Наблюдения ведутся по согласованной программе в Иркутске и в Тонантингле (Мексика) и благодаря разнице около 11 часов в местном времени не прерываются в течение суток.

Все эти радиотелескопы невелики. Однако в урочище Бадары, в предгорьях Тункинских Гольцов, все отчетливей вырисовываются контуры крупнейшего в мире солнечного радиотелескопа — гигантского крестообразного интерферометра, который намечено ввести в строй в 1977 г. Ряды антенн, образующие «перекладины креста», протянутся на 620 м, и через каждые 5 м расположатся совершенно одинаковые антенны с диаметром чаши 2,5 м. Они будут синхронно следить за Солнцем в течение почти всего времени, пока оно находится над горизонтом. Пространственное разрешение интерферомет-

ра 20 угловых секунд. Такое разрешение позволит приблизиться к той четкости изображения, которую дают оптические инструменты. Благодаря частотному сканированию через каждые несколько минут будет выдаваться радиоизображение Солнца на волне приблизительно 5 см.

В солнечных лабораториях СибИЗМИР, расположенных в Иркутске, проводятся также многочисленные теоретические исследования по физике Солнца и окосолнечного пространства. В результате анализа радиоизлучения Юпитера и сопоставления этих данных со сведениями о солнечном ветре и геомагнитной активности удалось установить, что ударные волны солнечного ветра достигают орбиты Юпитера и генерируют всплески в дециметровом диапазоне спектра. Скорость солнечного ветра остается неизменной вплоть до расстояния 5 а. е.

СибИЗМИР — не единственное астрономическое учреждение за Уралом, занимающееся проблемами физики Солнца. Основанная в 1954 г. Уссурийская станция Службы Солнца приобрела в 1963 г. современный солнечный телескоп (АЦУ-5). Значительно вырос штат ее сотрудников. Создание нового научного центра — Дальневосточного отделения АН СССР — открывает перед Уссурийской обсерваторией новые возможности. Работы уссурийских астрономов по физике солнечных пятен хорошо известны в нашей стране и за рубежом.

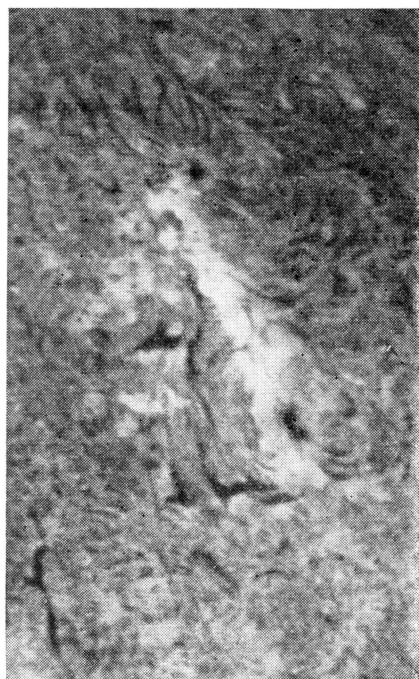
Очень важна роль астрометрических обсерваторий Сибири. Чтобы проследить движение полюса по обеим координатам, станции Службы широты должны быть расположены равномерно по долготе. Заполнение астрометрического «вакуума» на востоке страны началось по инициативе академика АН УССР А. Я. Орлова еще до войны, когда при астрономической обсерватории Иркутского государственного университета была создана Служба широты. Однако регулярные высокоточные измерения начались только в 1958 г. на стандартном приборе Службы широты — зенит-телескопе (ЗТЛ-180). Одновременно в Польше на той же широте была

организована аналогичная станция в Боровицах, и на протяжении десяти лет по совместно выработанной программе проводились наблюдения одних и тех же звезд. Иркутская станция накопила к настоящему времени обширные ряды наблюдений. Результаты измерений систематически поставляются Международной службе движения полюсов и Международному бюро времени. Несколько позже, чем в Иркутске, приступила к наблюдениям по программе Службы широты станция в Благовещенске.

Астрономическая обсерватория при Иркутском университете известна как одна из лучших в Советском Союзе станций Службы времени. Все работы выполняются в тесном контакте с Сибирским филиалом Всесоюзного научно-исследовательского института физико-технических и радиотехнических измерений. Оперативные данные Службы времени по телетайпу направляются в Москву и входят в систему эталонного времени СССР.

Главная задача астрономов Иркутского университета — достижение максимально возможной точности измерений. В 1956 г. вслед за Пулковской обсерваторией и обсерваторией в Москве Иркутская станция перешла на фотоэлектрический способ регистрации моментов прохождения звезд. Иркутская обсерватория издала два каталога прямых восхождений звезд по программе Службы времени.

Успешно развиваются в Сибири исследования звездной динамики. Группа ученых из Института ядерной физики СО АН СССР заинтересовалась проблемой устойчивости звездных систем. Опытные специалисты по изучению бесстолкновительной плазмы и ее неустойчивостей попытались применить хорошо разработанный математический аппарат физики плазмы к решению задач, в которых главная роль принадлежит полю тяготения. Часть исследований была проведена совместно с московскими учеными. Результаты получились чрезвычайно интересными. Например, было подтверждено, что различные типы галактик — сферические, эллиптические, спиральные — возникли не в результате эволюционного



Активная область на Солнце. Снимок получен в лучах линии H_{α} на атмосферно-фотосферном телескопе Солнечной обсерватории в Лиственничном



В плазменной установке у вращающегося плазменного сгустка «отрастают» два факела, весьма напоминающие спирали галактики. Справа — спиральная галактика с двумя рукавами

перехода одной в другую, а в результате разных начальных условий. Детально изучены критерии устойчивости сферических и плоских звездных систем.

Оригинальный подход к теории гравитирующих сред позволил внести существенный вклад и в планетную космогонию. Вычислен закон падения плотности в протопланетном облаке, из которого возникла наша Солнечная система, и, как следствие, найден закон планетных расстояний. В отличие от других, новая теория предсказывает расстояния всех планет от Солнца, включая Нептун и Плутон.

Сейчас эта группа молодых ученых работает в СибИЗМИР, где организована лаборатория динамики космической плазмы. Основная задача лаборатории — научиться моделировать некоторые важные физические явления, происходящие в космиче-

ской плазме. Здесь смыкаются столь далекие разделы астрономии, как звездная динамика, физика Солнца и физика околоземной плазмы.

В одном эксперименте имитируется появление спиральных рукавов галактик. Принципиальная возможность такого моделирования основана на формальном сходстве законов Кулона и Ньютона. Объектом другого эксперимента служат две параллельные магнитные силовые трубки с противоположным направлением поля. Необходимо выяснить, перезаываются ли силовые линии? Ведь подобные процессы, возможно, приводят к хромосферным вспышкам на Солнце. Результаты этого эксперимента интересны и для геофизиков, изучающих магнитосферу Земли.

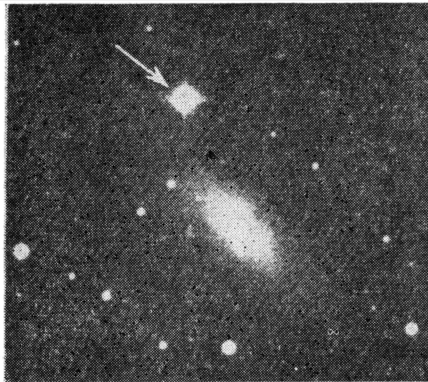
Третий опыт перекидывает мост к наиболее загадочным объектам Вселенной — черным дырам. Предполагается, что коллапсирующие звезды

окружены сильнейшим магнитным полем напряженностью 10^8 — 10^{10} э. Принято думать, что потоки плазмы не могут проникнуть за магнитный барьер. Однако первые результаты эксперимента, в котором плазма натекает на сильный магнитный барьер, показывают, что это не так. Возможно, и коллапсирующая звезда в состоянии захватывать значительную долю вещества из окружающей среды.

Среди астрономических учреждений Сибири и Дальнего Востока есть также учебные обсерватории университетов и педагогических вузов, станции по наблюдению спутников, юношеские обсерватории ВАГО, планетарии. Мы не имеем возможности подробно остановиться на их интересной и плодотворной деятельности. Но читатель, наверняка, почувствовал, что «белого пятна» в развитии астрономии на востоке нашей страны уже не существует.



ЯРКАЯ СВЕРХНОВАЯ В ГАЛАКТИКЕ NGC 5253



Две фотографии галактики NGC 5253. Снимок слева сделан до вспышки Сверхновой, в ночь с 4 на 5 июня 1959 г. Снимок справа получен после вспышки, в ночь с 16 на 17 мая 1972 г. Сверхновая отмечена стрелкой

В галактике NGC 5253 вспыхнула Сверхновая — самая яркая за последние 35 лет. Ее открыл Ч. Коваль (США) 13 мая 1972 г. Вскоре Сверхновую обнаружили на обсерватории в Веллингтоне (Новая Зеландия), где, по счастливой случайности, та же область неба была снята 6 и 9 мая. Это позволяет установить, что момент максимума блеска приходится на 12 — 13 мая.

В настоящее время ежегодно в разных галактиках открывается около двух десятков Сверхновых. Как правило, они очень слабые, что делает невозможным их подробное исследование. Для Сверхновой в галактике NGC 5253 удалось получить самые

детальные спектры из всех, что когда-либо получали для таких звезд. Теперь предстоит расшифровать эти спектры, то есть определить химический состав, скорость и массу оболочки Сверхновой. Эта проблема лишь частично решена для Сверхновых II типа и совсем не решена для Сверхновых I типа. Как раз к последнему и относится Сверхновая в NGC 5253. Известно, что Сверхновыми I типа становятся старые звезды с массой несколько больше солнечной, а Сверхновыми II типа — молодые звезды большой массы (от 30 до 100 солнечных масс).

«Sky and Telescope», 44, 1, 1972.

НЕИЗВЕСТНЫЙ СВЕРХТЯЖЕЛЫЙ ЭЛЕМЕНТ?

До недавнего времени считалось, что обнаруженный в метеоритах ксенон образуется только в результате деления плутония-244. В 1969 г. было высказано предположение, что ксенон может возникать и при делении еще неизвестного летучего сверхтяжелого элемента, который к моменту падения метеорита уже распался.

Что сейчас знают ученые об этом пока неуловимом гипотетическом элементе? Его теплота испарения, по мнению профессора Э. Андерса и Дж. Ларимера (США), составляет

54 ± 3 ккал/моль, а температура кипения $2500 \pm 400^\circ \text{K}$. Наиболее подходящими «кандидатами» на место этого элемента могут быть элементы с номерами 111 (эка-золото) и 115 (эка-висмут) в таблице Менделеева. За ними, по степени вероятности, следуют элементы 113 (эка-галлий), 114 (эка-свинец), 112 (эка-ртуть) и 116 (эка-полоний). Элементы от 105 (эка-тантал) до 110 (эка-платина) недостаточно летучи, и их, очевидно, нужно исключить из этого списка.

«Science News», 101, 11, 1972.



ИЗМЕРЕНИЕ ПЛОТНОСТИ ЛУННОЙ АТМОСФЕРЫ

До полетов автоматических станций к Луне существовали лишь косвенные методы определения плотности атмосферы нашего естественного спутника. По рассеянию света и рефракции радиоволн были установлены верхние пределы давления атмосферы на поверхности планеты: 10^{-8} — 10^{-10} мм ртутного столба.

Космический корабль «Аполлон-14» доставил на Луну ионизационный манометр с холодным катодом. Определению плотности мешали газы, выброшенные двигателями лунной кабины при посадке и взлете. Общее количество газа в выбросе оказалось около 3 т, из них 10%, по-видимому, адсорбировалось поверхностным слоем Луны. Дегазация слоя протекала очень медленно: характерное время дегазации при температуре 300°K составляло 10^6 секунд.

Во время пребывания на Луне космонавтов давление там равнялось 10^{-8} мм, а максимальная концентрация газов 10^8 см^{-3} . Через 12 дней после посадки, к моменту захода Солнца, температура снизилась до 100°K . Вскоре после захода Солнца давление уменьшилось до 10^{-12} мм рт. ст. Лунной ночью наблюдались отдельные всплески давления, которые продолжались в течение земных суток. Давление лунной атмосферы возрастало на порядок, а однажды в течение часа равнялось 10^{-10} мм. Не исключено, что такие кратковременные всплески вызваны дегазацией оставленного на Луне оборудования. После восхода Солнца концентрация быстро увеличилась — за 2 часа на два порядка. При температуре 300°K давление составляло 10^{-10} мм. Вероятно — это следствие дегазации ранее адсорбированных газов в районе посадки космического корабля.

Интересно напомнить, что динамическое давление солнечного ветра 10^{-11} мм ртутного столба. Давление, создаваемое хаотическим движением молекул газа в солнечном ветре, 10^{-13} мм рт. ст. Ионизационный манометр калибровался по азоту, так что действительное давление может отличаться от приведенных значений, но не более чем в 2 раза. «Journal of Vacuum Science and Technology», 9, 1, 1972.



Считать одной из важнейших государственных задач неустанную заботу об охране природы и лучшем использовании природных ресурсов, строгое соблюдение законодательства об охране земли и ее недр, лесов и вод, животного и растительного мира, атмосферного воздуха, имея в виду, что научно-технический прогресс должен сочетаться с бережным отношением к природе и ее ресурсам, способствовать созданию наиболее благоприятных условий для жизни и здоровья, для работы и отдыха трудящихся.

(Из принятого 20 сентября 1972 г. Постановления Верховного Совета СССР «О мерах по дальнейшему улучшению охраны природы и рациональному использованию природных ресурсов»)

Ф. Ф. ДАВИТАЯ
академик АН ГрузССР

Науки о Земле в Грузинской ССР

Науки о Земле имеют в Грузии древнюю и самобытную историю. Об этом свидетельствуют дошедшие до нас географические и картографические произведения грузинских ученых, относящиеся к минувшим векам. Наиболее значительные из них — «Описание царства Грузинского» и «Географический атлас Грузии» Вахушти Багратиони (1735—1745 гг.), а также описание путешествий Рафаила Данибегашвили по Индии и другим странам Азии, продолжавшихся 33 года (1795—1827 гг.).

Эпизодические наблюдения за погодой начались в Тифлисе в 1836 г., а с 14 мая 1844 г. стала функционировать одна из первых в России Тифлисская магнитно-метеорологическая (позже физическая, затем геофизическая и, наконец, гидрометеорологическая) обсерватория. В 1850 г. здесь был создан Кавказский отдел Русского географического общества. Примерно в те же годы организованы Кавказский отдел военных топографов, Горное управление и другие учреждения, содействующие иссле-

дованиям в области географии, геологии и геофизики. Заметный след в изучении природных условий и ресурсов Грузии, а также всего Кавказа, оставили такие выдающиеся ученые, как Г. В. Абих, Н. И. Андрусов, А. Н. Краснов, А. И. Воейков и другие, проводившие исследования в конце прошлого и начале текущего столетия.

Однако все, что сделано в Грузии в области развития наук о Земле за много веков, не идет ни в какое сравнение с тем, какие изменения произо-



База Руйспирской противоградовой стационарной экспедиции Института геофизики АН ГрузССР (Руйспири, Телавский район Грузинской ССР)

шли после установления Советской власти (1921 г.) и образования СССР.

В первые же годы молодой Советской Республики были организованы географическая и геологическая, а позднее геофизическая кафедры в Тбилисском государственном университете и Политехническом институте. Спустя некоторое время ряд дисциплин — география, геология, минералогия, метеорология и другие — нашли отражение в программах обучения педагогических институтов. Затем были основаны Геологический институт (1925 г.), Институт геофизики (1933 г.), Институт географии (1945 г.), организованы Географическое (1924 г.) и Геологическое (1933 г.) общества. Возникли крупные картографические учреждения. На базе Тбилисской геофизической обсерватории в 1953 г. вырос Закавказский научно-исследовательский гидрометеорологический институт, ставший по своему профилю ныне одним из ведущих в СССР научных учреждений.

Особое внимание было обращено на подготовку национальных научных кадров. Если к 1921 г. на всем Кавка-

зе единственным профессором в области наук о Земле был воспитанник, а позже сотрудник Московского университета, известный географ, ныне здравствующий академик АН ГрузССР А. Н. Джавахишвили, то в настоящее время только в Грузии трудятся 11 академиков и членов-корреспондентов всесоюзной и республиканской академий, около 60 докторов и более 300 кандидатов наук — геологов, географов и геофизиков.

Разнообразное геологическое строение Грузии издавна привлекало внимание исследователей. Коллектив ученых Геологического института, созданного по инициативе основоположника тбилисской геологической школы и его первого директора академика АН ГрузССР А. И. Джанелидзе, внес большой вклад во всестороннее изучение осадочных, магматических и метаморфических образований, слагающих территорию республики. Результаты этих исследований легли в основу Государственной геологической съемки, проводящейся Управлением геологии при активном участии Геологического институ-

та. Творческое содружество между этими крупнейшими геологическими учреждениями Грузии установилось с самого их основания и в дальнейшем все более укреплялось. Именно эта согласованность действий производственной и научной организаций обеспечила высокий уровень геологической изученности территории республики. Коллектив института развернул исследования почти во всех отраслях современной геологической науки — палеонтологии, стратиграфии, региональной геологии, тектоники, минералогии, петрологии, вулканологии, литологии, геологии месторождений полезных ископаемых, геохимии, геологии изотопов.

Тесное переплетение теории с вопросами геологической практики можно проиллюстрировать результатами работ коллектива палеовулканологов института, возглавляемых академиком Г. С. Дзоценидзе. На территории Грузии — там, где встречаются полезные ископаемые, — вулканологи обнаружили вулканогенно-осадочные формации. Благодаря планомерному, систематическому изуче-

нию этих формаций была установлена генетическая связь железорудных, медноколчеданных и полиметаллических месторождений с вулканизмом. А это в свою очередь поможет решить увлекательную задачу: каков характер источника марганца во всемирно известном Чиатурском месторождении.

Как справедливо заметил академик А. П. Виноградов, потребности современной жизни, науки и техники предъявляют «все труднее оплачиваемые счета» к недрам Земли. Следует полагать, что в ближайшие 10—15 лет добычу полезных ископаемых окажется необходимым увеличить в 3—4 раза, искать же новые месторождения придется в основном не на поверхности, а в скрытых от геолога глубинах Земли. Поэтому огромно значение геологических исследований, посвященных расшифровке строения и истории развития земной коры.

Тектонисты под руководством директора института академика АН ГрузССР П. Д. Гамкрелидзе провели исследования, в результате которых была построена тектоническая карта Грузии. Сейчас установлена важная роль больших горизонтальных перемещений тектонических покровов в формировании структуры южного склона Большого Кавказа. Существенно новые данные получены в связи с уточнением характера разломов, глубоко уходящих в земную кору, и выяснением особенностей новейшего этапа развития тектонического строения территории Грузии (неотектонический этап).

В последние годы ведутся геологические изыскания, объединяющие усилия многих ученых с целью восстановления истории формирования геологического строения различных регионов Грузии, изучения развития магматической деятельности во времени и пространстве, выявления связи формирования месторождений различных полезных ископаемых с магматизмом, тектогенезом и так далее. Все это поможет разработать надежные критерии прогностической оценки потенциально рудоносных площадей.

Одним из существенных достижений Института геофизики АН ГрузССР

является разработка методов и технических средств для борьбы с градом. Эти работы осуществляются в сотрудничестве с другими научными учреждениями нашей страны; они заслужили высокую оценку — в 1969 г. группе научных работников была присуждена Государственная премия.

Основные экспериментальные исследования по разработке методов борьбы с градом проводятся на специально созданном в Кахетии полигоне вблизи села Руйспири. Методы борьбы с градом находят все более широкое распространение. В настоящее время в Советском Союзе охраняется от града несколько миллионов гектаров сельскохозяйственных культур. Согласно заключению Государственного комитета по науке и технике за 1967—1971 гг., борьба с градом позволила сохранить нашей стране сотни миллионов рублей. Методы и средства искусственного воздействия на облака, разработанные институтом, внедряются и за рубежом, в частности в Народной Республике Болгарии*.

Активное вмешательство человека в ход естественных метеорологических процессов в желательном направлении — одна из крупнейших проблем воздействия на природу, намеченных Директивами XXIV съезда КПСС. Хороших результатов ожидают ученые от уникальной облачной камеры, вступившей в эксплуатацию. Это — важнейшая экспериментальная база, которая позволит осуществить моделирование естественных атмосферных процессов в большом масштабе.

Территория Грузии и Кавказа в целом представляет собой один из сейсмоактивных районов нашей страны, поэтому здесь ведутся широкие сейсмологические исследования. Грузия располагает самой густой в СССР сетью региональных сейсмических станций. Перед грузинскими геофизиками стоят задачи дальнейшего углубления сейсмологических исследований и развертывания работ по новой для них — и труднейшей в современной науке — проблеме прогноза землетрясений.

* Г. К. Сулаквелидзе. Институт града и лавин. «Земля и Вселенная», № 4, 1969 г. (Прим. ред.)

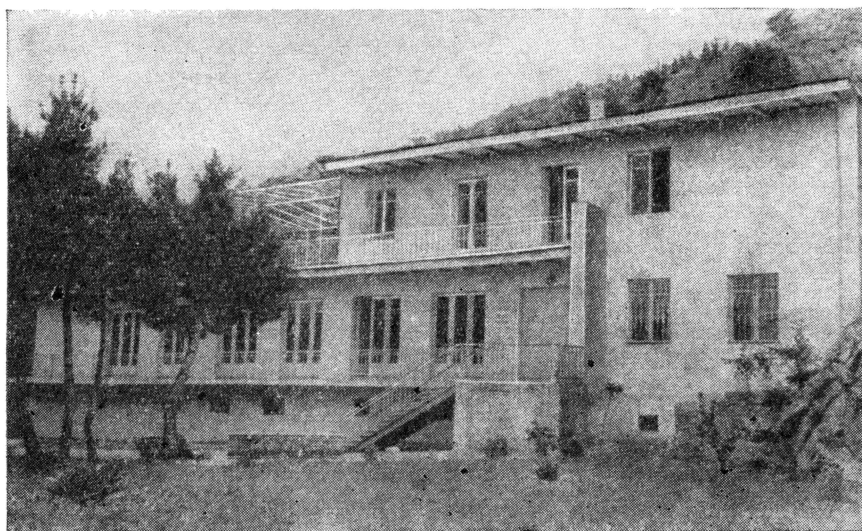
Значительные исследования намечаются также по изучению сейсмического режима на территории районов, где строятся крупные гидроэлектростанции, в частности Ингури ГЭС. С помощью наклономеров уже в течение ряда лет ведутся наблюдения за современными движениями земной коры в районе этого гигантского сооружения. Высотная (271,5 м) арочная плотина ГЭС после наполнения будет содержать $1,1 \cdot 10^9$ м³ воды. Давление такой огромной массы на сравнительно небольшую площадь изменит режим современных движений земной коры, что нужно учитывать при инженерных расчетах и в последующей эксплуатации ГЭС.

Институт геофизики в течение многих лет уделял внимание строению земной коры на территории Грузии и Кавказа. Применялись геофизические методы и различные методы сейсморазведки, исследовалось поле силы тяжести, изучались естественные электрические и магнитные поля. Интерпретация полученных данных позволила дать обоснованную картину строения земной коры на изученной территории, и теперь любые геологические работы, например поиски полезных ископаемых, проводятся с учетом этих исследований. В дальнейшем необходимо расширить и детализировать их, усовершенствовать существующие и создать новые методы исследования земных глубин.

В Грузии, как отмечалось, находится одна из старейших в мире магнитных обсерваторий, и поэтому мы располагаем 128-летними материалами непрерывных наблюдений магнитного поля. Уже давно (с 1947 г.) ведутся наблюдения электрического поля Земли.

Уместно напомнить, что в Грузии создана первоклассная гравиметрическая экспериментальная база. На ней проводится целый комплекс наблюдений и исследований, в том числе по проблеме приливных деформаций земной коры.

Нельзя также не отметить исследования на территории Грузии аэрозольного состава воздуха — изучение содержания радиоактивных элементов в воздухе и горных породах, а также в минеральных источниках;



Лабораторный корпус отдела гравиметрии Института геофизики АН ГрузССР на склоне горы Мтацминда (Тбилиси)

исследования физических свойств горных пород; геофизические исследования различных месторождений полезных ископаемых; изучение инженерно-геофизических условий крупных сооружений.

В институте создается первоклассная подземная экспериментальная база, которая позволит осуществлять уникальные наблюдения за вариациями интенсивности космических лучей.

Обширные исследования были выполнены в Грузии по важнейшим разделам физической географии — геоморфологии, четвертичной геологии и палеогеографии четвертичного периода, климатологии, гидрологии, гляциологии, спелеологии, географии почв и растений. В процессе работ были решены многие методические и теоретические вопросы, ставшие достоянием науки и широко используемые ныне. К ним относятся, например, методы исследования климатических ресурсов и их производственной оценки, методы водных исследований в условиях сложного рельефа. Ледники, отсутствие точного учета атмосферных осадков в высокогорьях, особенности геологиче-

ского строения речных бассейнов, территории, занятые карстом, — все это усложняет методы водных исследований. Разработаны методы прогноза суммарного количества тепла и испаряемости воды, а также оросительных норм на теплый период года, предложена методика расчета ожидаемого урожая. Установлено, что вследствие уничтожения лесов и бессистемной распашки земель, а также резкого увеличения промышленных выбросов в атмосферу, за последние десятилетия в несколько раз возросло глобальное загрязнение нижней тропосферы, выявлена характерная для нашего времени тенденция систематического убывания свободного кислорода в результате его безвозвратного расходования в огромных количествах на горение. Полученные данные свидетельствуют, что за последние 50 лет общее количество кислорода атмосферы и гидросферы уменьшилось на 0,02%. Определены основные научные направления по разработке мер, направленных на сохранение неизменным газового состава атмосферы.

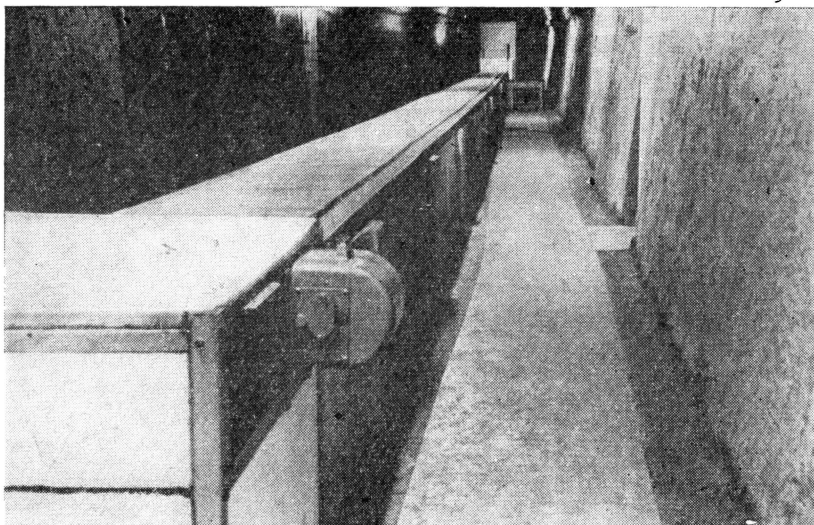
Большой размах приобрело изучение водных ресурсов и водного ба-

ланса. Результаты этих исследований составляли основу любых более или менее значительных инженерно-технических комплексов, реализованных, осуществляемых или проектируемых ныне на территории республики. В настоящее время одну из важнейших проблем составляет научное обоснование комплексного использования и рационального перераспределения водных ресурсов Грузии, а затем и всего Закавказья. Проблема включает разработку направленного изменения элементов водного баланса — зарегулирования речного стока, создания горных водохранилищ и поддержания их оптимального режима. Решение этой проблемы необходимо для удовлетворения растущих потребностей в воде сельского хозяйства, промышленности, коммунального хозяйства и гидроэнергетики.

Много ценного как в научном, так и практическом отношении дали исследования по геоморфологии, четвертичным отложениям и палеогеографии. Этим работам посвящены фундаментальные монографии и много научных статей. Их выводы могут быть использованы при проектировании, строительстве и эксплуатации крупных инженерных сооружений (тоннелей, водохранилищ, гидроэлектростанций, транспортных путей), укреплении морских берегов, а также при поисках россыпных месторождений полезных ископаемых.

В Грузии в основном за годы Советской власти открыто и картировано более 300 карстовых пещер и провалов. Среди них есть подземные полости высотой до 300 м, общей длиной до 3 км и объемом до 1 млн. м³. Их многочисленные залы огромных размеров и причудливых очертаний, с колоннами, сталагмитами и сталактитами поражают человеческое воображение сказочной красотой. Некоторые из них ныне благоустраиваются, к ним подводятся автомобильные и железные дороги, на прилегающих территориях строится комплекс туристических сооружений.

Наряду с физико-географическими исследованиями развивались работы по экономической географии. Изучались проблемы развития и территориальной организации производи-



42-метровый кварцевый экстензометр (стрейн-сейсмограф), регистрирующий приливные деформации земной коры и собственные колебания Земли, вызванные крупными землетрясениями. Экстензометр установлен на глубине 60 м в тоннеле, входящем в единый комплекс лабораторного корпуса отдела гравиметрии

тельных сил, формы проявления в нашей республике общих закономерностей и принципов социалистического размещения производства. Рассматривались вопросы географии населения и населенных пунктов, специализации и комплексного развития народного хозяйства. Разрабатывались научные основы рационального размещения промышленности, сельского хозяйства, транспорта и других отраслей экономики с целью более эффективного использования природных и трудовых ресурсов. Проводились работы по научному обоснованию схемы экономического районирования республики.

Экономико-географические исследования носят комплексный характер и имеют большое практическое значение, результаты их незамедлительно используются государственными и планирующими органами, которые определяют направление и темпы развития народного хозяйства. Одновременно экономическая оценка природных ресурсов различных ландшафтных зон и поясов Грузии представляет большой общенаучный интерес. Здесь, как в лаборатории, может быть отработана методика таких оценок, которые могут быть применены и в других, более обширных районах. Природа и хозяйство нашей

республики — благодатный объект и для решения ряда теоретических проблем социалистического размещения производства.

Любое географическое исследование должно завершаться картой. Многие рассматривают картографию как вспомогательную специальность для представления результатов географических исследований в виде научно-справочного пособия. Такая трактовка ее роли, по-видимому, некорректна. Картография может дать серьезное научное обобщение фактических данных по ряду элементов географического комплекса. Хорошей к тому иллюстрацией могут послужить национальные атласы, изданные у нас в последние годы, в частности, для Грузии, а также ряд специальных карт для всего Закавказья, составленные совместно географами трех братских Закавказских республик. На очереди стоит составление специализированных атласов природных ресурсов, экономико-географических, исторических, школьных и так далее. Картографические произведения должны опираться на передовую научную теорию, к развитию которой грузинские географы прилагают значительные усилия.

Успеху научных исследований по всем наукам о Земле значительно содействовали постоянные и тесные контакты грузинских ученых с учеными других республик Советского Союза. Наиболее плодотворными были контакты с учеными Москвы и Ленинграда. Продолжение этой доброй традиции на более высокой основе есть залог взаимного обогащения научными идеями, дальнейшего крутого подъема всей советской науки и осуществления ее великой миссии построения коммунизма в нашей стране.



У. М. АХМЕДСАФИН
академик АН КазССР

Гидрогеология в Казахской ССР

Казахская республика занимает огромную территорию — 2,7 млн. км², простирающуюся от Каспийского моря до Алтайских гор. Когда-то отсталая страна кочевого хозяйства, страна бездорожья и сплошной неграмотности, Казахская ССР сегодня — одна из передовых республик в дружной семье народов Советского Союза. Недра Казахстана богаты всевозможными полезными ископаемыми; в бескрайних степных просторах раскинулись плодородные земли; там, где прежде не могли расти даже самые неприхотливые зерновые культуры, где земля трескалась от зноя, сейчас цветут сады.

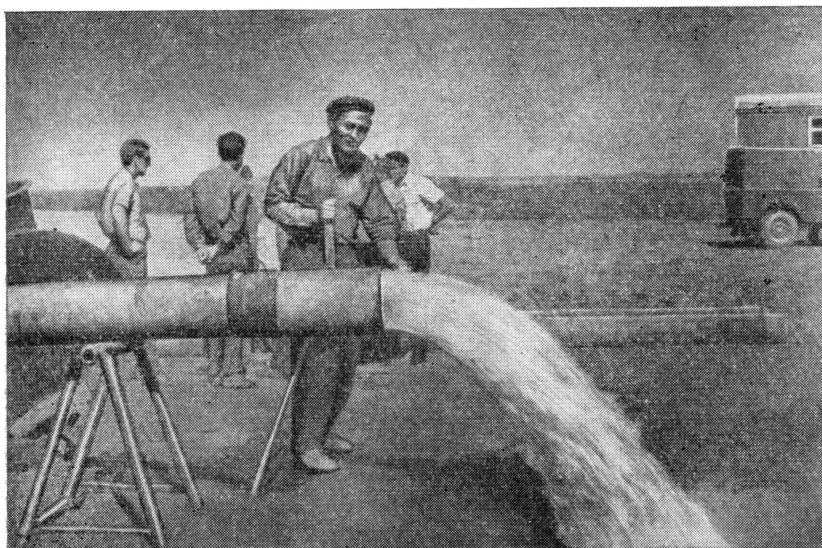
Однако и сегодня большие площади республики занимают пустынные и полупустынные районы. На них очень много пастбищных угодий, но мало воды. Проблема увеличения запасов доступной пресной воды еще остается нерешенной. А ведь стоит только обводнить пустынные пастбищные угодья и там можно будет содержать более 80 млн. голов скота. Реки есть в Казахстане, и их много, но только две — Иртыш и Урал — доносят свои воды к морю, а остальные теряются в песках. Эту затерянную в песках воду пытались найти ученые, ибо только вода сделает природу края более щедрой.

Еще до революции ученые интересовались источниками подземной пресной воды, но их поиски оказались тщетными. Постепенно утвердилось мнение, что в недрах пустынных районов Казахстана, да и вообще в пустынях, нет пресной воды. Был вынесен приговор: пустынные земли безводны или содержат сильно минерализованные, соленые воды. Чем же объяснить неверный, как теперь выяснилось, вывод о безводности недр Казахстана? Во-первых, не было на территории республики научного центра, который бы систематически, целенаправленно занимался изучением водных ресурсов земных недр. Во-вторых, наука отставала, не было передовых теоретических идей, а раз полностью отсутствовали планомерные исследования, то не могло быть и знаний о формировании и пространственном размещении подземных вод, а также каких-либо полноценных карт, отражающих действительную картину гидрогеологических условий. Ведь гидрогеология как самостоятельная наука выделилась окончательно лишь после Великой Октябрьской социалистической революции.

Особенно интенсивно развернулись гидрогеологические исследования в Казахстане после 1940 г., когда

был создан Отдел гидрогеологии на базе Казахского филиала АН СССР. В 1965 г. Отдел был реорганизован и стал Институтом гидрогеологии и гидрофизики АН КазССР.

Отдел гидрогеологии в трудные годы 1940—1947 гг. провел большие работы в песчаных пустынях южного Казахстана. Что же удалось обнаружить в результате упорных, систематических изысканий? Вопреки установившемуся мнению, на огромных пространствах, считавшихся безводными, казахские гидрогеологи обнаружили более 400 млрд. м³ вековых и 3,5 млрд. м³ ежегодно возобновляемых подземных пресных вод. Оказалось, что подземные воды песчаных пустынь имеют не конденсационное, а в основном инфильтрационное происхождение. С конца 40-х годов важные научные исследования по изучению формирования, режима, гидрохимии подземных вод, выявлению источников водообеспечения городов, промышленных предприятий, обводнению пастбищ были проведены Отделом гидрогеологии в центральном, северном Казахстане, в северном Прикаспии, на Мангышлаке, Устюрте и в некоторых районах южного Казахстана. Решались и некоторые теоретические вопросы: размещение высокопроизводительных во-



Живительная влага, поднятая с больших глубин, уходит на поля. Если бы все водные подземные запасы Казахстана, спрятанные в недрах пустынь, удалось поднять на поверхность, то засушливые районы республики покрылись бы 10-метровым слоем воды (!). А пока гидрогеологи бурят отдельные скважины, которых с каждым днем становится все больше. На рисунке слева — орошение предгорной равнины Киргизского Алатау. Расход артезианской скважины 97 л в секунду (8300 м³ в сутки); справа — скважина для орошения Илийской впадины. Расход — 15 л в секунду (1300 м³ в сутки)

доносных горизонтов, закономерности распределения пресных и соленых вод в зависимости от геолого-литологических условий и так далее.

В северном Казахстане, где много соленых вод, значительное внимание уделялось условиям формирования, а также пространственному распределению водоносных горизонтов, содержащих доброкачественные воды. Исследования позволили в сжатые сроки дать воду сотням целинных совхозов, колхозов и полевым станам. В западном Казахстане изучались гидрогеохимические условия образования промышленных рассолов, подземных вод нефтегазоносных районов, полиметаллических месторождений. В результате были разработаны некоторые гидрогеохимические критерии поисков полезных ископаемых, выявлена роль гидрогеологии в формировании и разрушении нефтяных залежей. Жизнь подтверждала слова академика В. И. Вернадского: «...вода вездесуща в пределах планеты, и роль ее чрезвычайна во

всех явлениях и процессах Земли и всех жизненных проявлениях».

В течение 20 лет (1940—1960 гг.) казахские ученые составили прогнозистические карты артезианских бассейнов республики. Картирование базировалось на новых методах прогноза: учитывались закономерности формирования и пространственного размещения глубинных вод. Теоретически было предсказано, что в районах, считавшихся безводными, можно отыскать и освоить до 70 артезианских бассейнов. Гидрогеологическая разведка подтвердила этот прогноз — в недрах Казахстана были обнаружены огромные линзы пресных вод. Казахские ученые впервые в гидрогеологии оценили вековые ресурсы артезианских бассейнов, которые превышают 5 триллионов м³ (1). Таким образом, было доказано, что составление прогностических карт — важный этап в выявлении огромных региональных ресурсов подземных вод пустынных районов не только в СССР, но и за его пределами.

Важным достижением ученых Института гидрогеологии и гидрофизики явилось составление и опубликование в 1970 г. первой гидрогеологической карты Казахстана в масштабе 1 : 1 500 000, выполненной на основе изучения закономерностей формирования и размещения подземных вод неглубокой циркуляции. Карта позволила впервые очертить контуры ареалов распространения пресных и слабосолоноватых грунтовых вод на площади более 2 млн. км² с вековыми ресурсами около 2 триллионов м³.

Логическим продолжением региональных исследований явился анализ и обобщение наблюдательных материалов по стоку подземных вод, а также составление комплекса карт. Впервые были разработаны методы расчета и картирования подземного стока в условиях аридных районов Казахстана и Средней Азии. Завершающим этапом изучения подземного стока можно считать опубликование Институтом монографии «Формирование подземного стока на террито-

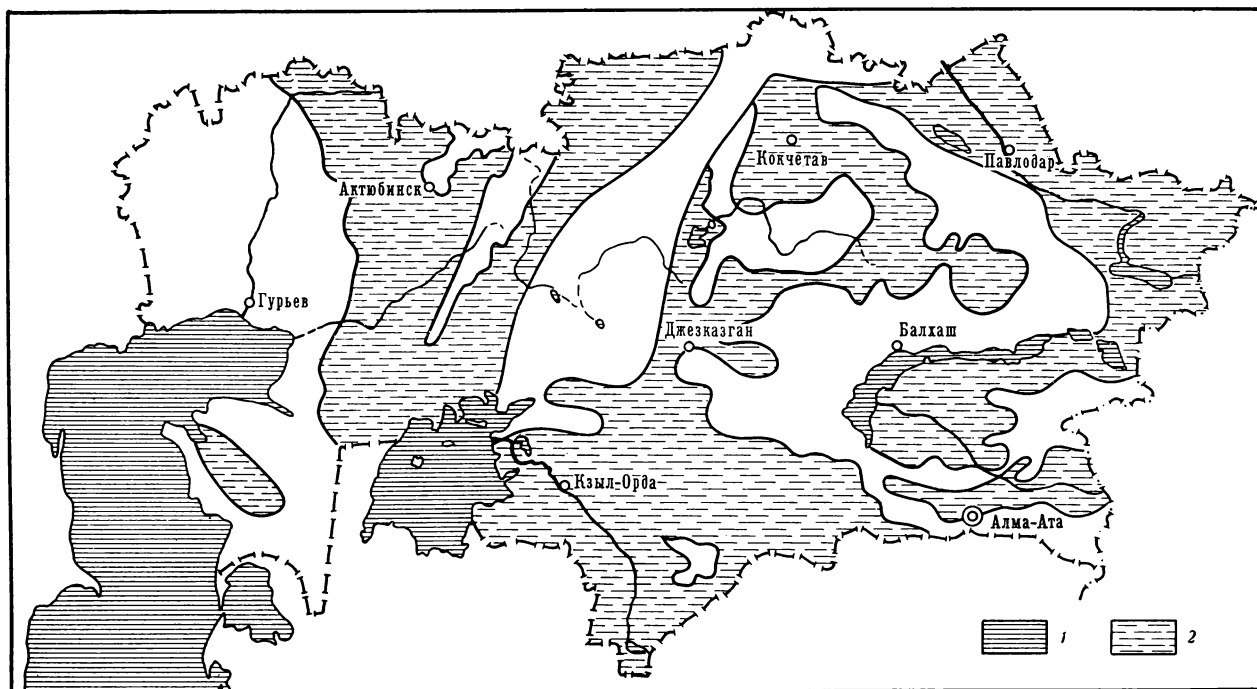


Схема распространения артезианских бассейнов в Казахстане: 1—моря и озера, 2—пресные подземные водоёмы

рии Казахстана», в которой, в частности, указано, что ежегодно возобновляемые естественные водные ресурсы недр равны 45 млрд. м³. Итоги изучения гидрогеологического районирования, формирования и оценки подземных вод отражены в двух крупных коллективных монографиях — «Гидрогеологическое районирование и региональная оценка подземных вод Казахстана» и «Формирование подземных вод Казахстана». В них освещаются принципы гидрогеологического районирования, классификации водных ресурсов недр, региональной оценки вековых, многолетних, возобновляемых, эксплуатационных ресурсов, рассматривается проблема формирования артезианских и грунтовых вод в различных гидрогеологических условиях.

Наряду с теоретическими исследованиями и обобщениями в последние годы продолжались детальные и углубленные гидрогеологические изыс-

кания в основных экономических районах республики, направленные на обеспечение водой народного хозяйства. Такие работы проведены в юго-восточной части Казахстана. Их результаты послужили основой разработки и оценки ресурсов подземных вод для водоснабжения Алма-Аты и других городов. Итоги изучения гидрогеологии и гидрохимии западного Казахстана обобщены в монографии «Подземные воды Мугоджар и Примугоджарских равнин», детальные исследования глубинных подземных вод юга республики в работе «Формирование и гидродинамика артезианских вод южного Казахстана». Результаты изучения подземных вод горнорудных районов центрального Казахстана освещены в работах «Гидрогеология и гидрохимия Успенской тектонической зоны», «Гидрогеология, гидродинамика и формирование подземных вод горнорудных районов центрального Казахстана». Оpub-

ликованы также результаты исследований подземных вод северо-восточной части центрального Казахстана и Алакульской впадины. Итоги изучения геотермии и термальных вод, имеющие важное значение для курортного строительства, освещены в монографии «Термальные и минеральные воды Казахстана».

Чтобы удовлетворить запросы сельского хозяйства, выполнена большая работа и составлена специальная среднемасштабная карта распределения подземных вод пастбищных территорий. Получены все важнейшие параметры грунтовых и артезианских вод, а также уточнены эксплуатационные ресурсы более 80 пастбищных массивов, даны научно обоснованные рекомендации по их использованию.

На орошаемых массивах в низовьях рек Или и Каратал изучался режим и баланс грунтовых вод. Выводы исследований послужили для улуч-

шения мелиоративно-гидрогеологических условий орошаемых территорий, для борьбы и предупреждения процессов засоления и заболачивания поливных земель.

Значительные работы проведены по изучению гидрофизических процессов в горных районах южного Казахстана; исследован баланс влаги на горных склонах с разработкой методов расчета составляющих водного баланса для оценки величины питания предгорных артезианских бассейнов.

НАУЧНЫЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В противоположность более ранним локальным методам исследований, ученые Института гидрогеологии и гидрофизики предложили комплексный региональный метод изучения подземных вод аридных районов на обширных пространствах (включая области питания, накопления и разгрузки) с проведением экспериментальных работ. В результате впервые удалось понять происхождение источников накопления пресных грунтовых вод в песчаных пустынях и на основе разработки поисковых признаков обнаружить там огромные запасы воды. Прежде в Казахстане даже не искали артезианские воды. Однако анализ взаимосвязи геологических структур, гидрогеологии и других природных особенностей аридных засушливых пространств позволили выявить основные области накопления и пространственное размещение многочисленных глубинных артезианских бассейнов, приуроченность их к определенным возрастно-литологическим комплексам и установить зональность в распределении пресных и соленых вод.

Основные области формирования артезианских бассейнов — это, прежде всего, горные и предгорные районы, где в 5—10 раз больше выпадает атмосферных осадков, чем в пустынных, и где нередки вечные снега и ледники. Именно водные запасы горных областей, просачиваясь по фильтрующим слоям геологических структур, проникают в глубь пустынь и способствуют образованию там обширнейших подземных водных

бассейнов. Основой существования артезианских бассейнов не только в Казахстане, но и во многих других аридных районах, служат отложения мезозойского и отчасти кайнозойского времени (точнее, мелового палеогенового и четвертичного возраста).

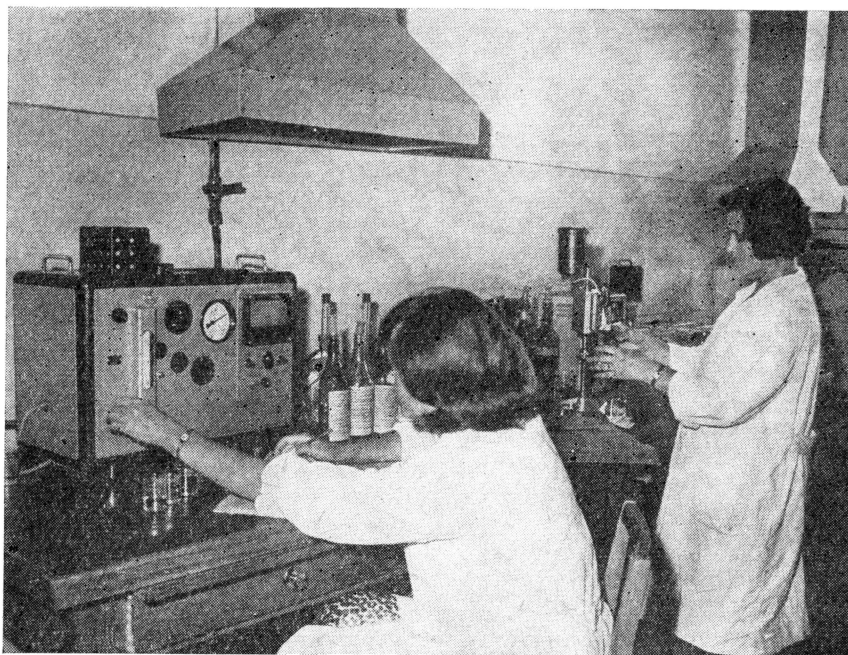
Большое значение для гидрогеологической науки и практики социалистического строительства имел предложенный нами новый региональный метод определения естественных водных ресурсов и их разделение на вековые, многолетние, ежегодно возобновляемые и эксплуатационные. Эта классификация позволила по-новому подойти к оценке ресурсов артезианских и грунтовых вод.

Теоретические разработки формирования и размещения подземных вод в аридных районах, анализ принципов прогнозирования, картирования, а также региональной оценки водных ресурсов недр послужили основой для фундаментальных прогно-

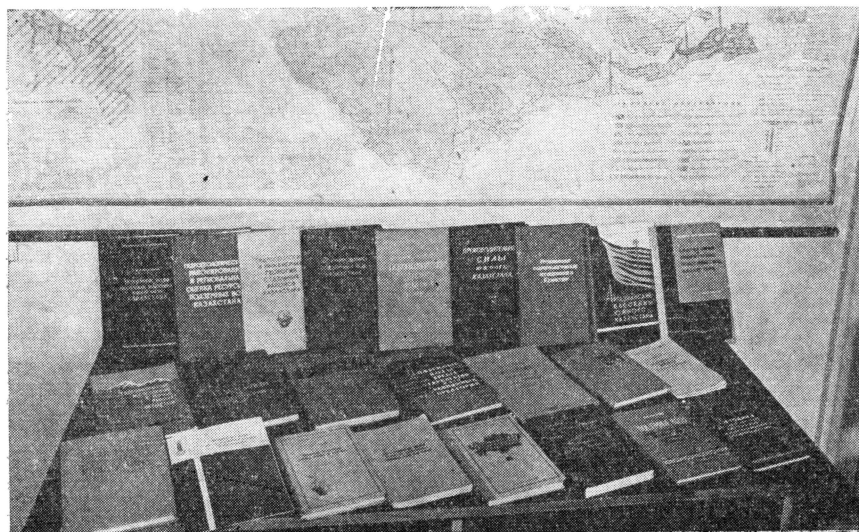
зов артезианских бассейнов грунтовых вод не только в СССР, но и за его пределами.

Теперь в Казахстане открыто 70 артезианских бассейнов и мощные грунтовые потоки на пространстве около 2 млн. км². В них заключено более 7 триллионов м³ вековых запасов воды, что равно 65 объемам озера Балхаш. По мере расходования они могут ежегодно возобновляться в объеме до 45 млрд. м³. Если бы эти ресурсы удалось вывести на поверхность, то все пустыни Казахстана покрылись бы 10-метровым слоем воды.

Исследования показывают, что эксплуатационные ресурсы подземных вод при непрерывном и повсеместном расходовании только половины вековых запасов, с учетом ежегодно возобновляемых, достигают 1960 м³/сек. При их использовании только в дневные часы вегетационного периода расход подземных вод можно довести до 3900 м³/сек. Это



В гидрогеохимической лаборатории Института гидрогеологии и гидрофизики АН КазССР



Выставка научных трудов Института гидрогеологии и гидрофизики АН КазССР

огромное водное богатство имеет исключительно важное значение для дальнейшего развития производительных сил в засушливых районах Казахстана.

Ученые Института гидрогеологии и гидрофизики АН КазССР совместно с научно-производственными организациями внесли большой вклад в развитие гидрогеологической науки Казахстана, в выявление его богатейших водных ресурсов. Значение гидрогеологических исследований трудно переоценить, если учесть, что уже сейчас ежегодно извлекается 750 млн. м³ доброкачественной подземной воды, которой снабжаются 35 городов, включая столицу республики Алма-Ату, многие промышленные предприятия, сотни населенных пунктов; обводняются 70 млн.

гектаров пастбищ, около фонтанирующих скважин создаются орошаемые оазисы. Использование подземных вод позволило сэкономить народному хозяйству более 1 млрд. рублей.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕГО РАЗВИТИЯ ГИДРОГЕОЛОГИИ

В ближайшие годы большое внимание привлечет региональная гидрогеология. Необходимо решить такие важные теоретические вопросы аридной гидрогеологии, как формирование и размещение высокопроизводительных водоносных горизонтов, содержащих напорные и грунтовые воды, вопросы гидрохимической и гидродинамической зональности в распределении пресных и соленых вод. В связи с необходимостью бо-

лее точного пространственного отображения основных параметров артезианских и грунтовых вод будут продолжаться работы по составлению гидрогеологических карт. Значительное место в исследованиях должны занять вопросы изучения режима, стока, динамики подземных вод с применением математического моделирования.

К числу перспективных проблем относится более точная оценка вековых и эксплуатационных ресурсов подземных вод важнейших экономических районов. Будет разработан прогноз использования ресурсов подземных вод до 2000 г. Большое внимание нужно обратить на исследования режима баланса грунтовых вод и мелиоративной гидрогеологии орошаемых районов, чтобы предупредить засоление и заболачивание поливных земель, повысить их плодородность. Изучение гидрогеологии и гидродинамики горнорудных районов и равнинных степных пространств важно для водообеспечения, а также для защиты шахт, рудников и карьеров от подземных вод. В связи с освоением полезных ископаемых, с разработкой поисковых критериев термальных и минеральных вод Казахстана будут изучаться вопросы гидрогеологии нефтегазоносных и рудных районов, вопросы общей поисковой гидрохимии и формирования горячих термальных вод в земной коре.

Всесторонняя разработка и изучение проблем гидрогеологии и гидрофизики Казахстана будет способствовать эффективному использованию водных ресурсов в народном хозяйстве и дальнейшему развитию производительных сил республики.

В. В. БЕЛОУСОВ
член-корреспондент АН СССР

В. Н. ШОЛПО
кандидат геолого-минералогических наук

Роль тектоносферы в развитии Земли

Основные идеи, изложенные в статье, разрабатываются одним из авторов, членом-корреспондентом АН СССР В. В. Белоусовым. Весной 1972 г. он выступил с докладом на дискуссии между сторонниками «глобальной тектоники плит» и ее противниками на заседании Отделения геологии, геофизики и геохимии АН СССР. Читатели ознакомятся с гипотезой, в которой главное внимание уделяется ведущей роли вертикальных движений земной коры в эволюции Земли.

МАТЕРИКИ И ОКЕАНЫ

Земная кора и верхняя часть подстилающей ее мантии имеют разную толщину и разный состав под океанами и материками. С глубиной плотность вещества, слагающего земные недра, возрастает, но ниже 150—200 км эта закономерность нарушается, здесь располагается слой меньшей плотности — астеносфера. Астеносфера на всем своем протяжении также существенно изменяется по толщине и плотности. Какое значение для геофизиков и геологов имеют эти изменения, будет рассказано дальше. А пока важно отметить, что многие геологические явления на поверхности — тектонические движения, проявления магматизма, землетрясения — зависят от физико-химических процессов в веществе земной коры и верхней мантии. Принято объединять земную кору и верхнюю мантию, включая астеносферу, поня-

тием тектоносфера. Тот факт, что именно тектоносфера — источник сил и движений, преобразующих лик Земли, сейчас, пожалуй, не оспаривается никем. И это один из многих вопросов, по которому среди специалистов, изучающих Землю, существует если и не полное единодушие, то относительное согласие. Когда же заходит речь о механизме и первопричинах этих движений, рождаются жаркие споры и острые дискуссии.

Откуда же ждать решения проблемы внутреннего строения Земли? Может быть, оно станет результатом всестороннего изучения океанов? До сих пор — вот уже около 200 лет — геологи уделяли внимание преимущественно материкам: именно здесь искали ученые связь тектонических и магматических явлений, надеясь построить законченную теорию глубинных или эндогенных процессов. А что же оставалось на долю громадного

«белого» пятна — океанов? Их обходили молчалим, потому что о строении земной коры под океанами в сущности ничего не было известно.

Успехи в изучении дна океанов и его строения, достигнутые в последние годы, огромны. Сейчас мы имеем представление и о толщине коры под океанами, и о слоистом строении ее на огромных пространствах (верхний слой, осадочный, даже пробурен во многих местах). Нам стали известны состав и геологический возраст осадков, установлено своеобразное строение срединно-океанических хребтов. Магнитная съемка в океанах открыла на склонах этих хребтов параллельные полосы чередующихся положительных и отрицательных аномалий, что, как будто, совершенно чуждо материкам и имеет, возможно, принципиальное значение. И в то же время, самые древние горные породы, обнаруженные до сих пор на дне океанов, оказываются не старше

150 млн. лет, тогда как на материках известны минералы, возраст которых достигает 3,5 млрд. лет. Поэтому только на материках мы можем найти «окна» в глубины истории Земли, и если мы хотим установить длительные и устойчивые закономерности ее развития, то сделать это без изучения материков невозможно.

ЭВОЛЮЦИЯ МАТЕРИКОВ

Наблюдения показывают, что эндогенные геологические процессы, то есть те, которые вызываются глубинными силами,— тектонические, магматические, метаморфические—сменяют друг друга, следуя некоторой закономерности. Поэтому можно говорить о существовании в истории земной коры определенных эндогенных геологических режимов. Каждый из них характеризуется специфическим набором признаков. Это,— в первую очередь, объем и характер магматических процессов, состав горных пород, переработка первичного вещества горных пород под действием высоких температур и давлений, и наконец, движения земной коры, среди которых наибольшее значение имеют вертикальные колебательные или глыбоволновые движения отдельных участков, разделяющие всю площадь континентов на поднятия и прогибы. Для характеристики эндогенного режима существенно знать интенсивность и контрастность складчатых деформаций горных пород в самой верхней оболочке Земли. Анализируя все признаки в совокупности, мы можем судить о физическом состоянии земной коры на определенном геологическом этапе: была ли земная кора подвижной, способной воспринимать и передавать деформации, или жесткой и непроницаемой для магматических расплавов.

Эндогенные геологические режимы на одном и том же участке земной коры могут закономерно и последовательно сменять друг друга и вместе с тем в каждый момент геологической истории могут сосуществовать.

Какие же эндогенные режимы

можно различать на материках? Эвгеосинклинальный режим— наиболее подвижный. Для него характерна большая интенсивность вертикальных движений— их амплитуда и скорость. Причем эти движения происходят при сильной раздробленности или дифференцированности площади, то есть области поднятий и погружений резко сочленяются между собой, что можно оценивать как высокую контрастность движений. Эвгеосинклинальный режим характеризуется хорошей проницаемостью земной коры для магмы: большие объемы вулканического вещества изливается на поверхность Земли. Эвгеосинклинальный режим очень часто сменяется инверсионно-геосинклинальным, который тоже отличается высокой степенью подвижности, однако проницаемость коры становится меньше и магматические расплавы уже не могут изливаться на поверхность, а внедряются и застывают на какой-то глубине внутри земной коры. В этот же период происходят интенсивные деформации слоев осадочных горных пород, формируются складки*.

Наиболее спокойный режим— платформенный. Он характеризуется плавными и относительно медленными колебательными движениями земной коры. Проницаемость коры для магмы очень мала, а зачастую кора на платформе становится совсем непроницаемой. Деформации осадочных пород происходят лишь локально, интенсивность их невелика.

Два типа режимов— геосинклинальный и платформенный— лишь крайние случаи, если расположить все эндогенные режимы в некий ряд, в зависимости от степени подвижности и проницаемости коры. Между ними существует целый набор различных переходных типов, отличающихся комбинациями признаков. Смена режимов происходит не обязательно в той последовательности, какая установлена в нашем условном теоретическом ряду. В природе воз-

* В. Н. Шолпо. Происхождение складчатости. «Земля и Вселенная», № 6, 1968 г.

можны различные переходы от одного режима к другому, но существуют как бы запретные скачки, реально никогда не наблюдаемые (скажем, древняя платформа не может сразу стать максимально подвижной). Изучение последовательной смены режимов и выяснение возможных и невозможных их переходов— важнейшая задача, поскольку перед нами открывается способ познания эволюции процессов в тектоносфере. А то, что и в современную эпоху мы можем наблюдать различные режимы на поверхности материков, позволяет судить о глубинном строении Земли.

Эндогенное развитие земной коры подчиняется некоторому ритму. Тектонические, магматические и метаморфические процессы повторяются в определенной последовательности, составляя «эндогенные циклы» продолжительностью около 200 млн. лет. Грандиозные опускания материков, когда огромные площади суши скрываются под водой, чередуются с поднятиями— и тогда возникают горы. Причем, большие области материков проходят аналогичные стадии развития одновременно. Изменения эндогенных процессов в течение цикла характеризуются некоторой импульсивностью: в середине цикла тектоническая и магматическая активность усиливается, а между циклами— ослабляется.

МОДЕЛЬ ГЛУБИННЫХ ПРОЦЕССОВ

Что же можно сказать о связях между эндогенными режимами на поверхности и глубинным строением земной коры и верхней мантии на материках?

Как показывают наблюдения, существует прямая связь между геологическими режимами и глубиной залегания астеносферы, а также ее свойствами. Уже говорилось вначале, что астеносфера отличается от вышележащих слоев мантии несколько меньшей плотностью вещества. Сейчас принято считать, что материал этого слоя частично расплавлен: между твердыми кристаллами, которые преимущественно образованы минералом оливином, находится рас-

плавленный базальт в виде мелких капель-включений или пленок, обволакивающих твердые зерна. Это и определяет свойства астеносферы. Она обладает не только меньшей плотностью, но и меньшей вязкостью, а следовательно, и большей подвижностью. Но под областями с разными режимами степень плавления астеносферы и плотность ее различны. Под наиболее спокойными участками земной коры — древними платформами — астеносфера выражена слабее всего, а иногда, возможно, отсутствует. Под молодыми горами, где глубинные процессы активны, астеносфера приподнята и обладает малой плотностью. Наиболее четко астеносфера прослеживается под вулканическими зонами, где канал с размягченным веществом поднимается до нижней границы земной коры. Одновременно наблюдаются колебания в интенсивности теплового потока, восходящей из недр Земли к ее поверхности. Он минимален на древних платформах, увеличивается в областях молодых гор и максимален в вулканических зонах.

Теперь мы располагаем самыми главными, известными на сегодня, фактическими данными для построения принципиальной модели глубинных процессов. Важнейшая часть ее — периодическое прогревание астеносферы, которое сменяется периодами ее остывания. Во время такого «теплового импульса» плотность астеносферы уменьшается, а ее подвижность возрастает. То обстоятельство, что легкая астеносфера покрывается более плотными верхними слоями мантии, приводит к неустойчивости на верхней границе астеносферы. Ее материал стремится всплыть, а материал вышележащих слоев — тонуть. Это порождает интенсивные вертикальные движения земной коры: одни ее глыбы поднимаются, другие опускаются. Если поднятия и опускания достаточно интенсивны, то при разной проницаемости коры (для магмы) на поверхности возникают подвижные режимы, скажем, эвгеосинклинальный либо какой-то еще. Когда астеносфера остывает, движения земной коры замедляются, их контрастность сгла-

живается. Новый тепловой импульс вызывает следующее оживление тектонической активности и магматизма. Постепенно тепловые импульсы становятся все слабее, и подвижные режимы медленно то в одном, то в другом районе сменяются спокойными — платформенными. Есть определенные закономерности в процессе успокоения эндогенных режимов. Первыми стабилизировались древние платформы (такие, например, как Русская или Сибирская), потом к ним присоединились новые области, где происходило отмирание подвижного режима, так что в последнее геологическое время подвижные режимы сохранились в двух узких зонах — по окраине Тихого океана и в полосе, протянувшейся от Средиземного моря до Индонезии.

Говоря о происхождении тепловых импульсов, мы можем строить только предположения. Возможно, в процессе общей дифференциации земного шара из глубин нижней мантии периодически поднималось сильно нагретое вещество*. Установлено, что наша планета разделена на ряд сферических оболочек разного состава, причем плотность вещества, слагающего оболочки, уменьшается от центра к поверхности. Подобное «слоистое» строение может быть только результатом дифференциации, то есть разделения первичного однородного вещества Земли на слои разной плотности: более плотные вещества опускались вглубь, а менее плотные — поднимались. Есть основания полагать, что этот процесс продолжается до сих пор, и горячее глубинное вещество, поднимавшееся вверх до уровня астеносферы, нагревает ее. Периодичность же выноса связана с тем, что, прежде чем пробиться сквозь вышележащие вязкие толщи Земли, относительно легкий материал должен собраться в крупные массы: всплывание мелких частиц происходило бы слишком медленно или было бы вообще невозможно. Такое пред-

положение высказано Е. В. Артюшковым.

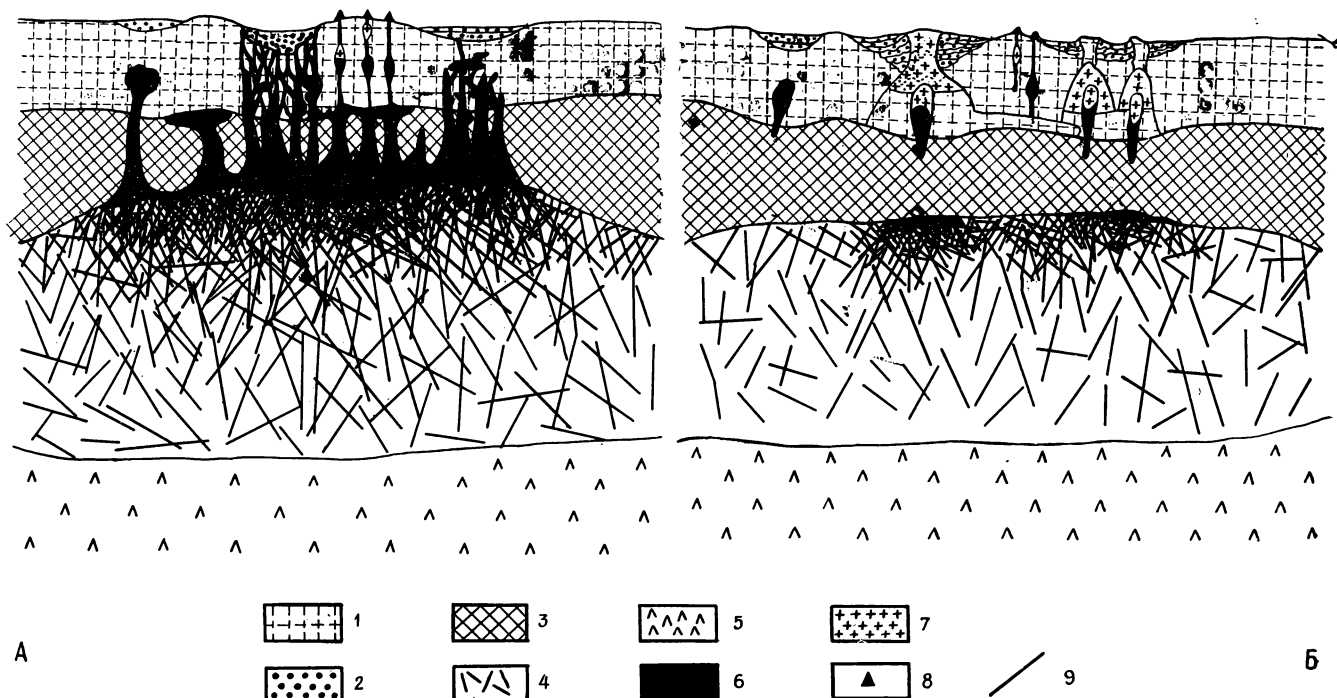
Есть и другая гипотеза. Она разработана академиком А. Н. Тихоновым с сотрудниками. Предполагается, что в мантии на глубине нескольких сот километров, периодически возникает слой, где материал оказывается частично расплавленным; затем этот слой перемещается вверх, принимая форму колонны или столба, и постепенно остывает и сужается. Перемещение вызвано непрерывным подплавлением все новых вышележащих слоев — на дне частично расплавленного слоя все время оседают твердые кристаллы. Такой подвижный слой может достигнуть астеносферы и принести в нее тепло и новый легкоплавкий материал. Тут история этого слоя заканчивается. Но одновременно на глубине нескольких сот километров возникает новый слой частичного плавления, который начинает свое путешествие вверх и т. д.

Связь поверхностных геологических режимов с подкоровыми процессами указывает на то, что «корни» этих режимов опускаются на очень большие глубины — не только до астеносферы (поскольку каждому режиму соответствует «своя» астеносфера), но на еще большую глубину, в области, снабжающие астеносферу теплом.

Сегодняшнее состояние земной коры — а на поверхности Земли сейчас существуют различные по активности режимы — свидетельствует о крупных неоднородностях в мантии. Эти неоднородности только начали изучаться. До сих пор геофизики ограничивались преимущественно созданием обобщенных моделей глубинного строения Земли, средних для всей планеты. На таких моделях интересные нас неоднородности почти не отражались. Теперь геофизики, изучая глубины, стараются получить данные для разработки «региональных» моделей, приуроченных к областям с определенным геологическим строением и режимом. Уже первые результаты со всей ясностью показывают, что предполагаемые неоднородности существуют.

На прочные связи поверхностных слоев коры с большими глубинами

* А. А. Ярошевский. Образование земной коры и процессы в мантии. «Земля и Вселенная», № 1, 1972 г.



Схемы глубинных процессов в тектоносфере под материками и смена геологических режимов на поверхности. (Условные обозначения: 1 — земная кора, 2 — осадочные породы в прогибах на поверхности, 3 — верхняя мантия, 4 — астеносфера, 5 — нижняя мантия, 6 — расплавленные базальты, 7 — магмы различного состава, 8 — вулканы, 9 — разломы в земной коре).

А

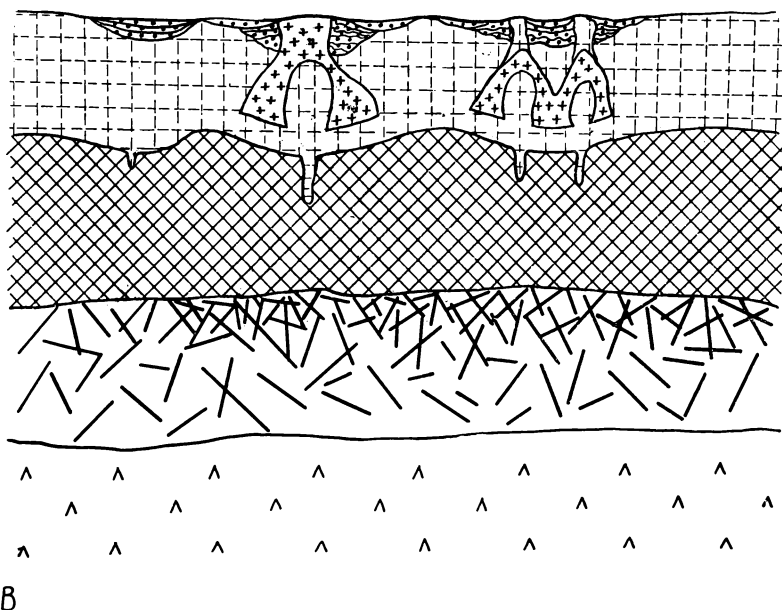
Геосинклинальный режим. Астеносфера сильно активизирована — прогрета, увеличена в объеме; в ней началось интенсивное выплавление базальтов (густота черных штрихов условно отражает насыщенность слоя расплавом). Жидкая базальтовая магма стремится всплыть, проникая в земную кору по трещинам-расколам. На поверхности — там, куда внедряется базальтовая магма, возникают различные прогибы, заполняющиеся осадками. Там, куда магма проникает в небольших количествах, оставив основную свою массу застывшей в коре, образуются незначительные прогибы с меньшей

интенсивностью и контрастностью движений. Над крупными расколами земной коры, заполненными магмой, возникают вулканы

Б

Инверсия геотектонического режима. После того как основная масса выплавленного базальта ушла из астеносферы в кору, толщина астеносферы сокращается. В этот период базальтовые магмы с примесью вещества земной коры разделяются — дифференцируются — на разные по плотности и химическому составу

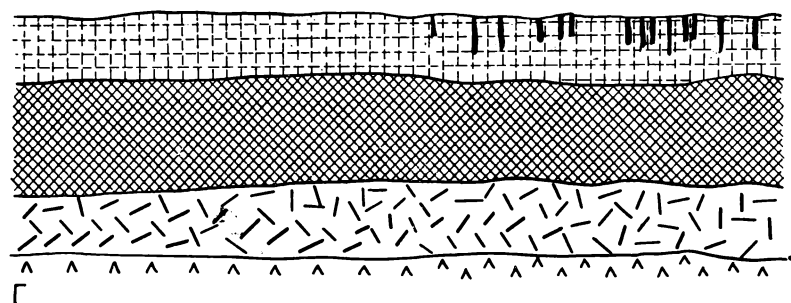
расплавы. Наиболее тяжелые магмы опускаются и накапливаются у нижней границы коры, а затем отдельными порциями возвращаются снова в мантию. Легкие дифференциаты стремятся всплыть — и в осевых частях прогибов предыдущей стадии возникают поднятия. Это приводит к деформации накопившихся осадков — формируется складчатость. В осевых частях тех прогибов, где магмы не достигли поверхности, они дифференцируются на сравнительно небольших глубинах — появляются жесткие блоки земной коры. Вулканы на этой стадии теряют связь с очагами расплава и отмирают.



(Условные обозначения те же, что и на стр. 46)

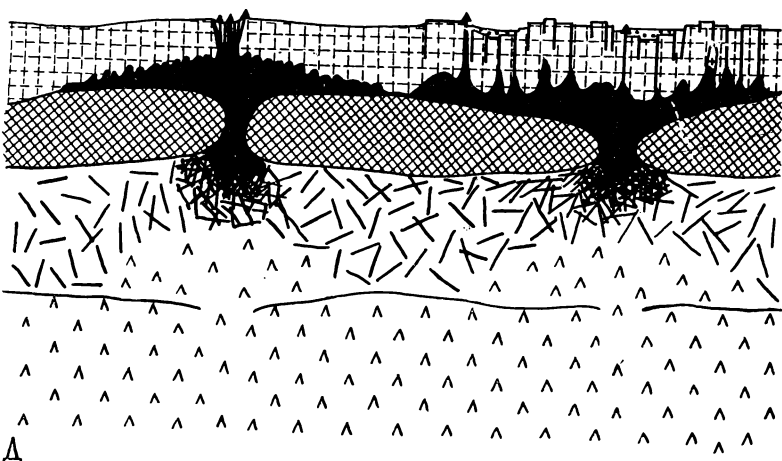
В

Режим молодой платформы. Астеносфера еще больше сокращается в объеме. Завершается дифференциация базальтовой магмы, попавшей в кору на стадии А. На поверхности устанавливается сравнительно спокойная обстановка — интенсивность и контрастность движений падает.



Г

Платформенный режим. Астеносфера и земная кора находятся в спокойном, уравновешенном состоянии. Расплавленного базальта в астеносфере очень мало, его недостаточно для того, чтобы он мог слиться в большие тела, способные всплывать через кору. В земной коре кое-где остаются небольшие очаги расплава, приводящие к излияниям лав на поверхность. Движения на поверхности медленные и спокойные, с минимальной контрастностью



Д

Рифтовый режим. Астеносфера получает новую порцию разогретого вещества из глубин нижней мантии (тепловой импульс). В ней снова начинается интенсивная выплавка базальта. Если земная кора при этом не исчерпала своей способности к дифференциации собственного вещества и к проницаемости для базальтовых магм, то на поверхности вновь может возникнуть геосинклинальный режим (стадия А). Если же эти возможности в коре исчерпаны, то в ней возникают глубокие расколы и блоки, движущиеся в разных направлениях. По разломам происходят проседания блоков, излияния лав, образуются грабены

указывает и происхождение химического состава земной коры материков. Этот вопрос был недавно рассмотрен А. Б. Роновым и А. А. Ярошевским, а затем Ю. М. Шейнманом*. Они показали, что количество калия, содержащееся в земной коре материков, может быть получено при вовлечении в процесс дифференциации большой толщи мантии Земли, порядка тысячи километров. Уместно заметить, что для обеспечения наблюдаемым количеством калия океанической коры достаточно вовлечь в дифференциацию слой мощностью всего в несколько десятков километров. Таким образом, характер процессов в мантии под материками резко отличается от процессов под океанами. Это важно, так как сейчас, рассмотрев основные закономерности развития материков и возможные модели глубинных процессов, мы снова можем обратиться к сопоставлению (или противопоставлению) материков и океанов, а также критически оценить некоторые геотектонические гипотезы, получившие распространение в последнее время.

«ДРЕЙФ» КОНТИНЕНТОВ И «НОВАЯ ГЛОБАЛЬНАЯ ТЕКТНИКА ПЛИТ» С ПОЗИЦИЙ ГЕОЛОГА СУШИ

В основе так называемой «новой глобальной тектоники плит» лежит идея, высказанная А. Вегенером еще в начале нашего века. Суть гипотезы заключается в том, что в какой-то период геологической истории все материки были единым массивом, расколовшимся на отдельные глыбы, которые затем стали удаляться друг от друга. Самым важным, хотя и не единственным, аргументом в пользу гипотезы было зеркальное сходство береговых линий континентов, обращенных друг к другу, — обеих Америк по одну сторону Атлантического океана и Африки с Европой — по другую. Эта гипотеза была отброшена в

30-х годах как противоречащая геологическим фактам. Однако новые сведения о строении коры и геофизических полей на площади океанов «оживили» устаревшую гипотезу. Ее возрождению немало способствовали палеомагнитные данные, по которым можно реконструировать магнитное поле Земли в прошлые геологические эпохи.

Сейчас мы не ставим себе задачу подробно рассматривать все стороны новых гипотез. Это заняло бы слишком много места и потребовало бы привлечения нового фактического материала. Однако полезно взглянуть на гипотезы с точки зрения только что рассмотренных закономерностей процессов на материках, то есть насколько эти гипотезы отвечают им.

В гипотезах «дрейфа» материков, или «глобальной тектоники плит», предполагается перемещение на тысячи километров массивов литосферы, то есть коры и верхних твердых слоев мантии по мягкой астеносфере. Это — краеугольный камень всех подобных гипотез, хотя разные авторы «двигают» континенты на разные расстояния и в разные стороны. Если такие перемещения происходили и происходят, то тогда не могло бы быть соответствия между геологическим режимом на поверхности и строением астеносферы: участок литосферы перемещался бы с одного места на другое, и трудно было бы ожидать закономерной смены геологических режимов. Положение усугубляется и другим обстоятельством: «корни» поверхностных режимов, как мы видели, уходят даже глубже астеносферы.

При дрейфе материков неизбежно должны «проплывать» над участками астеносферы, которая подстилает океаны, а расчет количества калия в коре показывает, что материки имеют свою мантию, океаны — свою, и обмениваться мантиями они не могут.

В приложении к геологическим процессам на материках эта гипотеза оказывается совершенно беспомощной. Она полагает материки мертвыми глыбами, которые только механически перемещаются по астеносфере. Лишь окраины материков вовлекаются в некоторые процессы,

которые связываются с воздействием океанической литосферы на материковую. Здесь образуются подвижные зоны (геосинклинали), рассматриваемые в этих гипотезах крайне схематично. Все те вполне реальные закономерности развития материков, которые мы частично рассмотрели выше, не только остаются вне поля зрения обсуждаемых гипотез, но и отрицаются ими. Например, сторонники «глобальной тектоники плит» игнорируют ритмичность и повторяемость эндогенных процессов. Однако известно, что тектонические движения и магматизм наблюдаются не только на окраинах материков, но и в неменьшей степени во внутренних районах.

Мы не можем здесь рассматривать всю совокупность геологических и геофизических данных, не позволяющих нам принять идеи, развиваемые в гипотезах «дрейфа» и «глобальной тектоники плит». Внутренние противоречия самих этих гипотез и факты, не укладывающиеся в рамки этих концепций, можно было бы умножить. Однако и сказанного достаточно для понимания того, что названные гипотезы — не тот путь, по которому можно прийти к единой теории эндогенных процессов, связывающей в стройную систему все наблюдаемые явления.

НА ПУТИ К СОЗДАНИЮ ТЕОРИИ ЭНДОГЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

Разумеется, проблема развития и происхождения океанической коры должна занять весьма значительное место в обобщающей теории, и ответы на возникающие вопросы необходимо искать. Мы рассматривали выше модель процессов, происходящих в земной коре и мантии материков. Но следует хотя бы кратко остановиться на том, можно ли «продолжить» эту модель для условий глубинных слоев океана. Причем модель должна учитывать историю геологического развития и глубинные процессы на континентах.

Для обсуждения этих вопросов надо несколько уточнить различия в строении земной коры материков и океанов, о которых упоминалось в

* Ю. М. Шейнманн. Калий и развитие земной коры. «Земля и Вселенная», № 3, 1972 г.

самом начале. На материках земная кора состоит по крайней мере из трех слоев: осадочного, подстилающего его гранитного слоя и нижнего — базальтового. Глубже залегает вещество мантии. Следует сразу же оговориться, что названия «гранитный» и «базальтовый» в значительной степени условны, и возникли потому, что скорости прохождения сейсмических волн в этих слоях близки по своим значениям к скоростям в соответствующих горных породах. Истинный же вещественный состав этих слоев тоже пока является сложной проблемой, в которой очень много неясного и спорного. Толщина земной коры на материках в среднем составляет 30—40 км, но в отдельных местах она достигает 60 и более километров.

Океаническая земная кора значительно тоньше — 15—20 км, а иногда и меньше. И самое главное, на большей части площади океанов в коре отсутствует гранитный слой, а рыхлые осадки ложатся прямо на базальт. Такое строение коры считается типично океаническим. Геофизики обнаруживают на Земле участки с корой промежуточного, переходного типа; там гранитный слой постепенно исчезает и типичные рыхлые осадки подстилаются слоем, в котором скорости сейсмических волн больше, чем в осадках, но не достигают «гранитных».

Сопоставление эндогенных режимов (геологические данные) с типом и строением земной коры (результаты геофизических исследований) позволяет установить их тесную взаимосвязь. Определенному типу земной коры соответствует своя тектоническая зона, наблюдаемая на поверхности. А поскольку, как сказано выше, существует закономерная смена эндогенных режимов, мы вправе предположить, что в земной коре происходят соответствующие направленные преобразования глубинных слоев. Это очень важно для выработки основных положений теории эндогенных процессов. Задача состоит в том, чтобы накапливать фактический материал о строении коры различных регионов, находящихся на разных стадиях геологической эволюции,

что позволит уточнить и детализировать этапы и стадии развития земной коры.

Несмотря на интенсивное изучение океанических пространств нашей планеты, следует все же признать, что в настоящее время мы располагаем еще слишком малым арсеналом фактов о строении и геологической истории дна океанов, чтобы уже сейчас можно было прийти к какому-то определенному решению всех проблем, связанных с формированием океанической коры. Но все же кажется, что обобщающие геотектонические гипотезы не могут не учитывать представлений о значительной роли в истории Земли процессов превращения толстой материковой коры с ее гранитным слоем в тонкую базальтовую океаническую кору. Во многих местах есть неопровержимые свидетельства того, что такой процесс происходит. Это — внутренние моря, такие как Средиземное, Карибское, Мексиканский залив, и окраинные, как Берингово или Японское.

Во внутренних впадинах этих морей наблюдается кора и переходного типа, и океаническая. Однако сравнительно недавно (в геологическом масштабе) на месте перечисленных впадин неопровержимо устанавливается существование суши и материковой коры. Стало быть, одновременно с прогибанием и образованием здесь морей произошло превращение материковой коры в океаническую. Трудно утверждать, что процесс «океанизации» материковой коры в свое время охватывал всю площадь океанов. Не исключено, что значительные части океанического дна являются наследием каких-то крупных первичных неоднородностей в составе и строении земного шара. Но одно можно считать установленным — в прошлые геологические эпохи материковая кора покрывала значительно большие площади на поверхности Земли, чем теперь.

Процесс «океанизации» можно представить как опускание глыб материковой литосферы в возникающие в мантии крупные расплавленные очаги. Плотность расплава, состоящего из вещества мантии, не больше $2,8 \text{ г/см}^3$ при единице атмо-

сферного давления. Средняя плотность твердой литосферы в тех же условиях не меньше $3,0 \text{ г/см}^3$. При повышении давления с глубиной и та и другая плотности должны возрастать, но соотношения между ними сохраняются до глубин в сотни километров. А это означает, что при возникновении крупных областей плавления в мантии, литосфера неминуемо будет тонуть в расплаве и постепенно растворяться в нем. Когда горные породы материковой литосферы прогреваются, из них выделяется вода, а оставшийся твердый кристаллический материал увеличивает свою плотность. Это еще больше способствует опусканию глыб литосферы в расплавленную мантию и ведет к общему понижению поверхности твердых пород — образуется впадина, заполняемая водой. Таким образом, океаны и моря можно рассматривать как области проплавления коры в обстановке сильного нагрева земных недр. Последнее же можно считать результатом неравномерно развивающегося в разных местах радиоактивного разогревания земного шара.

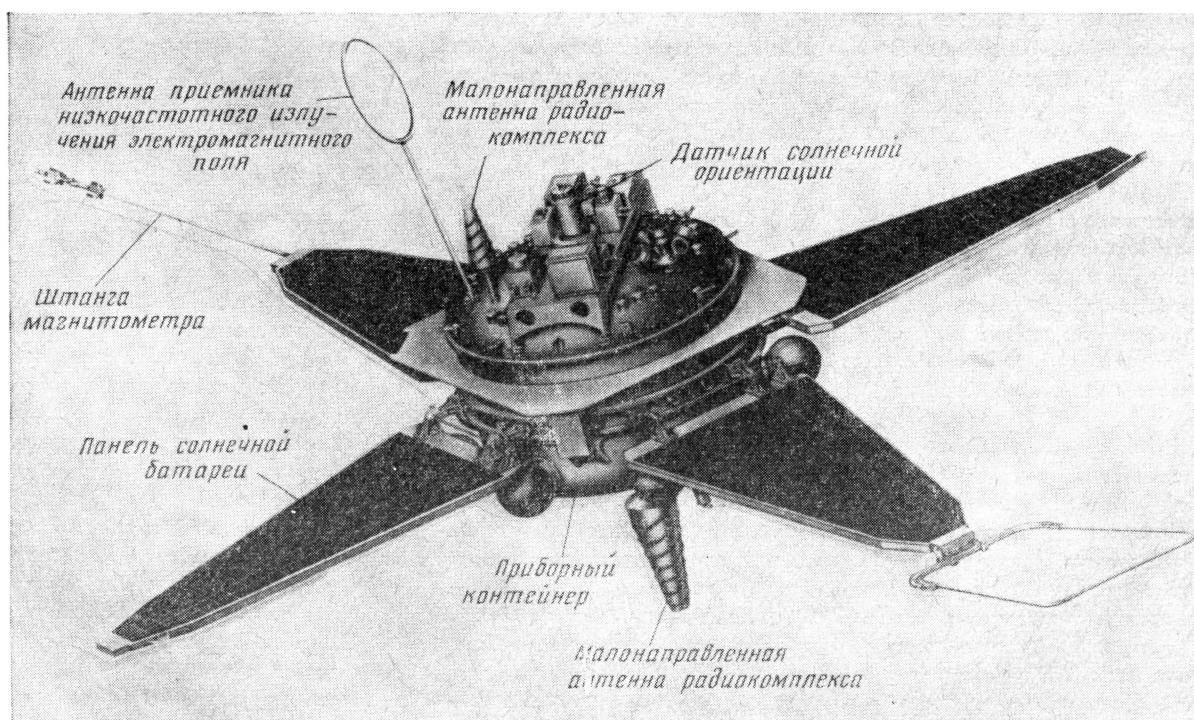
Изложенная гипотеза не претендует на окончательное решение всей проблемы. Она претендует лишь на то, чтобы указать направление исследований, о котором не следует забывать и которое кажется гораздо более реалистичным, чем геометрические упражнения в духе «глобальной тектоники плит».

Главная задача сейчас состоит в изучении природного материала. В океанах необходимы не обзорные исследования, дающие лишь схематичную картину строения океанической коры, а детальное изучение ключевых, специально выбранных полигонов. Кроме того, особое внимание следует направить на изучение тех структур, которые протягиваются с материка в океан. Такие структуры известны, но они все еще ждут своего исследователя. Необходим взгляд на океан с материка, в дополнение к обычному сейчас взгляду на материк со стороны океана. Геологам суши, конечно, нужна типизация эндогенных геологических режимов, уточнение и конкретизация закономерностей их развития.

В. С. АГАЛАКОВ
кандидат географических наук
В. Н. КАРАЧЕВСКИЙ

В полете космические обсерватории «Прогноз»

14 апреля 1972 г. выведена на околоземную орбиту советская космическая обсерватория «Прогноз», а 29 июня 1972 г. осуществлен запуск автоматической станции «Прогноз-2». Научные эксперименты, которые проводятся при полете этих станций, позволяют углубить наши сведения о механизме солнечной активности и прогнозировании «космической погоды».



Автоматическая станция «Прогноз»

Каждый запуск космического объекта — это очередной шаг исследования верхней атмосферы и околоземного космического пространства, познания происходящих в космосе процессов, это попытка раскрыть хотя бы еще одну тайну природы.

Ценность сведений, полученных первыми искусственными спутниками Земли, космическими аппаратами серии «Космос», «Электрон» и другими, а также высотными геофизическими ракетами, не вызывает никаких сомнений. Однако, несмотря на большое количество запущенных космических объектов и обилие научной информации, наши знания об атмосфере не полны. Далеко не все известно, например, о характере динамических процессов на больших высотах. До настоящего времени не удалось изучить механизмы воздействия Солнца на процессы в околоземном космосе, в верхней, а возможно, и в нижней атмосфере нашей планеты. Не зная характера вариаций солнечного излучения в различных участках его спектра, мы не можем следить за изменениями энергетического баланса газовой оболочки Земли. А эти сведения нужны для решения ряда научно-прикладных задач и в первую очередь для обеспечения безопасности космических полетов, а возможно, и для коренного совершенствования долгосрочных прогнозов погоды.

Одним из новых космических аппаратов, предназначенных для исследования динамики процессов, развивающихся в околоземном космическом пространстве, служит автоматическая обсерватория серии «Прогноз», запущенная в Советском Союзе 14 апреля 1972 г.

Обсерватория «Прогноз» наблюдает за состоянием Солнца. Изучает вариации его волнового и корпускулярного излучения, измеряет параметры потока солнечного ветра, исследует состояние радиационных полей в верхних слоях земной атмосферы. «Прогноз» передает сведения об изменениях в пространстве и во времени свойств атмосферы Земли и геомагнитного поля.

Апогей орбиты спутника «Прогноз» находится на расстоянии около

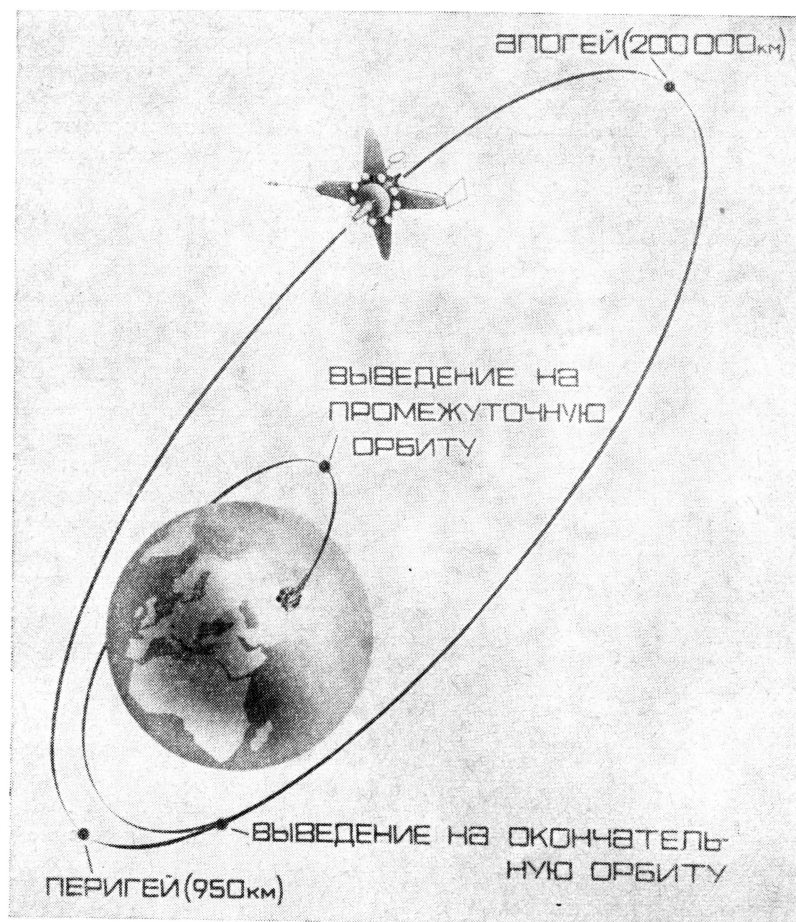


Схема полета станции «Прогноз»

200 000 км от поверхности Земли, а перигей на этапе запуска составлял лишь 950 км. Период обращения станции равен почти 4 суткам, а угол наклона орбиты 65° . Чтобы обеспечить работу обсерватории, пришлось вывести спутник сначала на промежуточную орбиту, а затем уже на основную. Орбита спутника ориентирована в пространстве апогеем в сторону Солнца.

Вывод спутника на такую орбиту — задача далеко не простая. Для этого необходимо с предельной точностью выдержать время запуска объекта, параметры траектории обеих орбит, а также величину скорости в момент

выхода станции на основную орбиту.

Двигаясь по такой высокоэллиптической орбите, обсерватория проходит через области межпланетного пространства, где можно провести измерения потока солнечного ветра, невозмущенного земным магнитным полем. К сожалению, высокоэллиптические орбиты значительно изменяются под воздействием полей тяготения Солнца и Луны.

Бортовая научная аппаратура должна выполнить обширную программу измерений потока солнечного ветра, а также параметров околоземного космического пространства и верхней атмосферы.

Автоматическая станция «Прогноз» представляет собой герметичный цилиндрический контейнер со сферическими днищами. Вес станции после ее отделения от разгонного блока составил около 845 кг. Внутри контейнера размещены научные приборы и служебные системы, обеспечивающие нормальную работу станции. Снаружи располагаются датчики научной аппаратуры, исполнительные органы системы ориентации спутника, панели солнечных батарей и антенны. Данные измерений могут «запоминаться» специальным устройством для последующего сообщения в координационно-вычислительный центр или передаваться на Землю без запоминания.

Солнечные батареи питают станцию «Прогноз» достаточным количеством электроэнергии. Чтобы обеспечить непрерывную работу батарей, продольная ось спутника постоянно ориентирована на Солнце. Спутник приводится в это положение системой солнечной ориентации и гироскопической стабилизации.

Научная аппаратура обсерватории «Прогноз» включает в себя приборы, которые условно в зависимости от изучаемых явлений можно разделить на четыре основные группы.

Во-первых, это приборы, предназначенные для измерения электромагнитного излучения Солнца,—рентгеновский спектрометр и спектрометр гамма-лучей. Приборы второй группы — спектрометры потоков протонов, альфа-частиц и тяжелых ядер—измеряют потоки космических лучей и частиц высоких энергий.

Третью группу составляют специальные устройства, регистрирующие характеристики солнечной плазмы на различных участках траектории полета спутника, а также параметры переходной области между фронтом ударной волны и границей магнитосферы. Приборы четвертой группы измеряют интенсивность радиоизлучения в различных диапазонах спектра и дозы проникающей радиации.

Программа полета автоматической станции «Прогноз» довольно насыщена, поэтому понятен тот интерес, с которым ученые следят за ее полетом.

Полученная информация будет обрабатываться и детально анализироваться. Однако уже предварительный анализ свидетельствует, что сведения, переданные станцией на Землю, представляют исключительный интерес.

Большинство научных приборов весьма отчетливо фиксируют моменты выхода спутника за пределы магнитосферы Земли и возвращения его обратно, чутко следят за изменениями параметров в переходной зоне. Как показывают измерения, напряженность магнитного поля в околоземном межпланетном пространстве составляет 6—8 γ , тогда как в области магнитосферы она возрастает, достигая на высотах 35 000 км значений в 250—280 γ .

Характер изменения параметров переходного слоя магнитосферы, фиксируемый научной аппаратурой обсерватории от витка к витку, свидетельствует, что эта зона испытывает довольно сложные флуктуации во

времени и что эволюция ее параметров зависит от состояния солнечной и геомагнитной активности.

В общем, «Прогноз» информирует нас о том, что состояние межпланетной среды в период спада солнечной активности можно оценить как спокойное. Однако дозиметр на отдельных участках полета в области магнитосферы зарегистрировал довольно высокие значения потока радиации.

Для дальнейшего исследования процессов солнечной активности 29 июня 1972 г. на орбиту вокруг Земли была выведена вторая автоматическая станция «Прогноз-2». Новая обсерватория оснащена научной аппаратурой для исследования корпускулярного, гамма- и рентгеновских излучений Солнца, потоков солнечной плазмы и их взаимодействия с магнитосферой Земли. На борту «Прогноза-2» установлен ряд приборов, созданных во Франции. Они предназначены для проведения экспериментов по изучению характеристик солнечного ветра, внешних областей магнитосферы, гамма-излучения Солнца и потока нейтронов солнечного происхождения.

Совместный полет двух солнечных обсерваторий позволяет одновременно и по единой программе собрать ценный фактический материал о нашем светиле. Ученые получают возможность глубже заглянуть в природу солнечно-земных связей. Исключительная ценность информации, которую передают «Прогноз» и «Прогноз-2», дает основание ожидать, что программа этого эксперимента будет продолжена.



«Марс-2» и «Марс-3» выполнили программу

Автоматические межпланетные станции «Марс-2» и «Марс-3» были выведены на траектории полета к планете Марс, соответственно, 19 и 28 мая 1971 г. Во время полета по

трассе Земля — Марс, продолжавшегося более шести месяцев, с борта станций регулярно проводились научные измерения физических характеристик межпланетного космического пространства. 27 ноября и

2 декабря, соответственно, автоматические станции «Марс-2» и «Марс-3» были переведены на околопланетные орбиты и приступили непосредственно к исследованию планеты и окружающего ее пространства.

Выдающимся достижением сложного космического эксперимента явилось осуществление первой мягкой посадки спускаемого аппарата

автоматической станции «Марс-3» на планету и передача с ее поверхности на Землю радиосигнала. На поверхность Марса доставлены выпелы с изображением Герба Советского Союза.

Свыше восьми месяцев полета по орбитам вокруг Марса продолжались комплексные исследования свойств поверхности и атмосферы Марса по характеру излучения в видимом, инфракрасном и ультрафиолетовом диапазонах спектра, а также в диапазоне радиоволн. Из 11 научных экспериментов, проведенных на советских искусственных спутниках Марса, семь связаны с изучением самой планеты, три — с измерениями параметров межпланетной среды и один, выполнявший совместно с французскими учеными, — с исследованием радиозлучения Солнца.

Наиболее интересные сведения, полученные о самой планете. Проведенные измерения позволили определить температуру поверхности и подповерхностного слоя, проследить ее изменения в зависимости от ареографической широты и времени марсианских суток. На поверхности планеты выявлены отдельные тепловые аномалии. По данным о поглощении инфракрасной радиации углекислым газом получены высотные профили марсианской поверхности вдоль трассы полета. Температура поверхности планеты измерялась с помощью своеобразного дистанционного термометра — инфракрасного радиометра, принимавшего излучение планеты в области волн длиной 8—40 мк.

Трассы полета начинались в южном полушарии, где в исследуемый период подходило к концу марсианское лето, пересекали затем экватор и заканчивались в северном полушарии. Начальные точки трасс приходились на области, где было еще утро, а конечные — на послеполуденные, вечерние, иногда даже ночные часы. Температура вдоль трасс менялась поэтому в широких пределах: от $+13^{\circ}\text{C}$ (14 часов местного солнечного времени, 11° южной широты) до -93° (19 часов местного времени, 19° северной широты). А в области северной полярной шапки температура падала еще ниже — до -110°C .

Низкие ночные температуры означают, что поверхность Марса очень быстро остывает после захода Солнца, и, следовательно, теплопровод-

ность грунта мала. Количественные оценки показывают, что она соответствует сухому песку или сухой пыли в разреженной атмосфере. Марсианские «моря» (темные области) оказываются в среднем теплее, чем «континенты» (светлые области). Различия температур, достигающее 10° , объясняется тем, что у «морей» меньше отражательная способность, они больше поглощают солнечной энергии и сильнее нагреваются. В отдельных случаях более темные «морские» районы медленнее остывают после захода Солнца и, следовательно, имеют более теплопроводный грунт. Температура грунта на глубине 30—50 см определялась по интенсивности и поляризации радиоизлучения.

По данным инфракрасного фотометра определено давление у поверхности планеты: на среднем уровне оно составляет около 6 мбар ($4,5$ мм ртутного столба, то есть в 200 раз меньше, чем на Земле).

Содержание водяного пара в течение всего периода исследований не превышало 5 мк осажденной воды — в тысячи раз меньше, чем в земной атмосфере. Марс оказался еще более сухой планетой, чем ожидалось: раньше наземным наблюдателям иногда удавалось обнаружить на нем до 50 мк осажденной воды.

Два месяца вся планета была закрыта плотными облаками пыли, поднятой с поверхности. Измерения, проведенные инфракрасным фотометром в декабре, показали, что высота этих облаков составляет около 10 км над средним уровнем поверхности. Над более высокими областями слой облаков тоньше, над низкими — толще. Пылевые бури на Марсе — мощное и пока еще загадочное явление. Обычно прозрачная атмосфера Марса вдруг в течение нескольких дней становится почти столь же непрозрачной для видимого излучения, как облачная атмосфера Венеры.

Пылевая буря значительно осложнила фотографирование планеты и некоторые научные измерения. Однако изображения диска Марса, полученные с помощью фотоаппаратуры его искусственных спутников, существенно дополнили научную информацию о планете. Первые сфотографирован Марс в фазах, не наблюдаемых с Земли. Переданные с борта станций фотоизображения дополнили информацию о поверхности, структуре атмосферы и фигуре планеты.

Интересные данные получены и о строении верхней атмосферы Марса, которая, как оказалось, больше похожа на верхнюю атмосферу Венеры, чем на земную.

Известно, что при наблюдениях с Земли в экваториальной области Марса обнаружены перепады высот до 12—14 км на участках большой протяженности. Более детально рельеф можно изучать только со спутника. Например, трасса, прочерченная «Марсом-3» 16 февраля, сначала проходит над районом Hellespontus, высота которого 2—3 км над средним уровнем. Затем она достигает северо-восточного края светлой области Hellas, и здесь рельеф быстро понижается (до 1 км ниже среднего уровня). Потом идет быстрый подъем в сторону темных областей Iapigia и Syrtis Major, где в самой высокой точке отмечается высота около 3 км над средним уровнем. Высотный размер показывает в зоне темных областей ряд широких хребтов и долин. К северу от Syrtis Major высота постепенно уменьшается. В ряде областей перепады высот больше.

В программе полета станций «Марс-2» и «Марс-3», выведенных на существенно различные орбиты, важное место уделялось прямым измерениям характеристик полей и частиц различных энергий в окружающем Марс пространстве.

Измерения, проведенные на спутниках, дали материал для изучения вопроса о существовании у планеты магнитного поля. Исследования степени регулярности магнитного поля имеют исключительное значение для понимания не только природы Марса, но также происхождения и эволюции планет Солнечной системы.

Успешное завершение комплексной программы исследований Марса, проводившихся с борта автоматических станций «Марс-2» и «Марс-3», — замечательный успех советской космонавтики, одно из выдающихся достижений юбилейного 1972 года. Потребуется еще немало времени, чтобы выполнить полную обработку полученных данных, но уже первые итоги свидетельствуют о том, что новые сведения о Марсе и межпланетном пространстве открывают широкие возможности для проведения систематических научных исследований небесных тел с помощью автоматических аппаратов.

(По материалам газеты «Правда» от 25 августа 1972)

Звенигородская экспериментальная станция

В астрономических обсерваториях, университетах и многих педагогических институтах нашей страны в 1957 г. начали создаваться станции оптических наблюдений за искусственными спутниками Земли. Звенигородская же станция возникла в системе Астросовета как экспериментальная. В работу станции кроме наблюдений входит конструирование и освоение камер для слежения за спутниками, создание новых фотографических методов наблюдений. Организаторы станции — Е. З. Гиндин, А. Г. Масевич и А. М. Лозинский.

Станция расположилась на старой территории Государственного астрономического института имени П. К. Штернберга в Москве, но уже в 1958 г. ее перевели в один из живописных районов Подмосковья — в окрестности Звенигорода, где особенно благоприятны условия для астрономических наблюдений.

Сначала сотрудники станции пользовались фотокамерами, которые кажутся маленькими по сравнению с современными телескопами-гигантами. Диаметр объективов камер составлял 10 см, а фокусное расстояние 25 см. Эти камеры добросовестно послужили науке: на них сделано много тысяч снимков искусственных спутников Земли. Снимки применялись для уточнения теоретического расчета орбит и эфемерид спутников, для определения плотности атмосферы и решения многих других задач, например, для выяснения того, как влияет давление солнечных лучей на движение спутника по орбите.



Делегаты XV Генеральной ассамблеи МГГС — слева направо: А. Дюфур (Франция), М. Бурша (ЧССР), А. Г. Масевич (СССР), Ж. Ковалевский (Франция), Дж. Вейс (Греция) — наблюдают камеру высокоточной астрономической установки в действии

Сейчас станция оборудована более совершенной техникой. В настоящее время широко применяются астрономические фотографические установки (АФУ-75)*. Таких камер в Зве-

нигороде две. Здесь же находится первый образец высокоточной астрономической установки (ВАУ) — уникального прибора, построенного в СССР специально для наблюдений искусственных небесных тел. Это самая большая в мире следящая камера. Ее вес почти 30 т. В движение камеру приводят несколько электромоторов общей мощностью 30 квт. Ка-

* М. В. Братийчук. Наблюдения искусственных спутников Земли в Ужгороде. «Земля и Вселенная», № 4, 1971 г. (Прим. ред.)

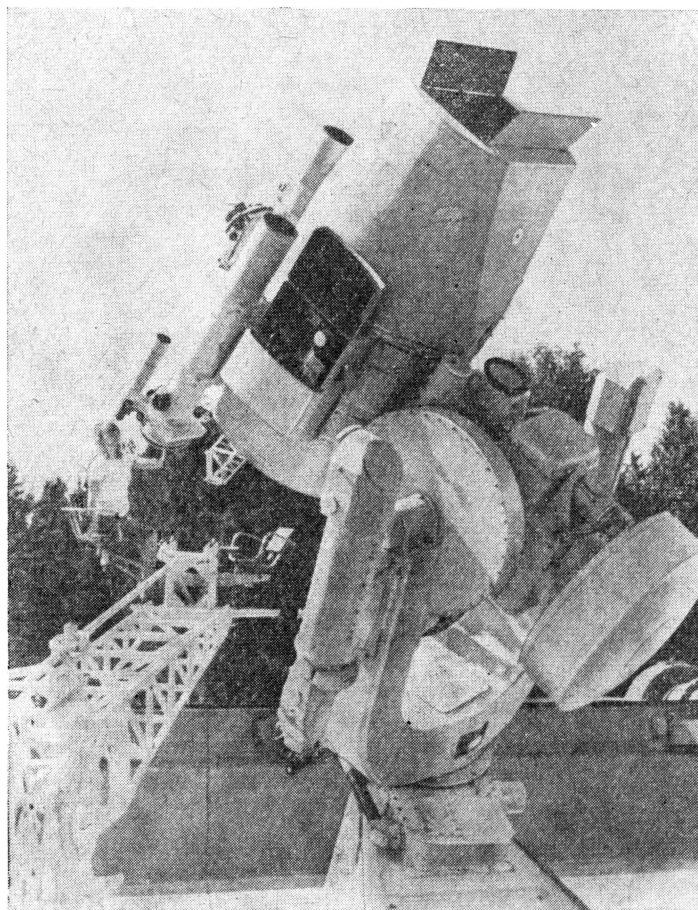
мера смонтирована на фундаменте высотой 10 м, поэтому запыленный приземный слой воздуха не мешает наблюдениям. Первые пробные фотографии спутников Земли сделаны в 1969 г., в строй установка вступила в 1971 г.

Для фотографирования спутника вдоль всей его видимой траектории камера в течение нескольких минут должна развернуться от одного края горизонта до другого. Понятно, что обычная узкая щель в куполе астрономической башни здесь непригодна. Вот почему на башне Звенигородской станции обе половины алюминиевой крыши раскрываются, словно створки гигантской раковины.

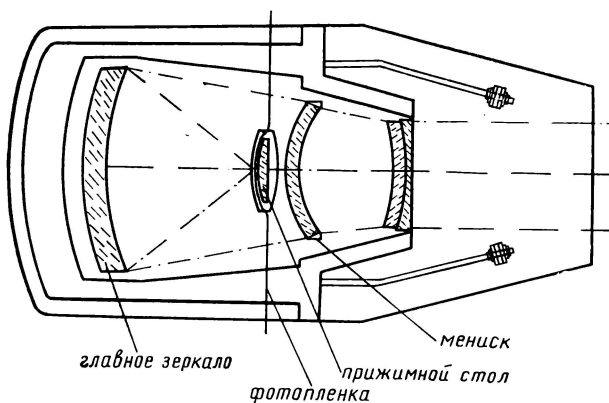
Менисковая оптическая схема камеры рассчитана под руководством члена-корреспондента АН СССР Д. Д. МаксUTOва. Действующее отверстие камеры 50 см, диаметр главного зеркала 107 см, фокусное расстояние 70 см. Благодаря таким оптическим характеристикам она удобна не только для слежения за спутниками, но и для некоторых других астрономических наблюдений, где требуется большая светосила объектива.

В камере кроме обычных для телескопа двух осей есть еще и орбитальная, вокруг которой она вращается при наблюдении за спутником. При фотографировании ярких спутников камера, следуя за звездами, вращается только вокруг полярной оси. Съемка производится на специальную пленку, которая натягивается на прижимной стол, совпадающий по форме со сферической фокальной поверхностью. Размер кадра 6 см $\times$ 36 см, поле зрения $5^\circ \times 30^\circ$. Точка на фотографии — это звезда, а пунктирная линия — траектория спутника.

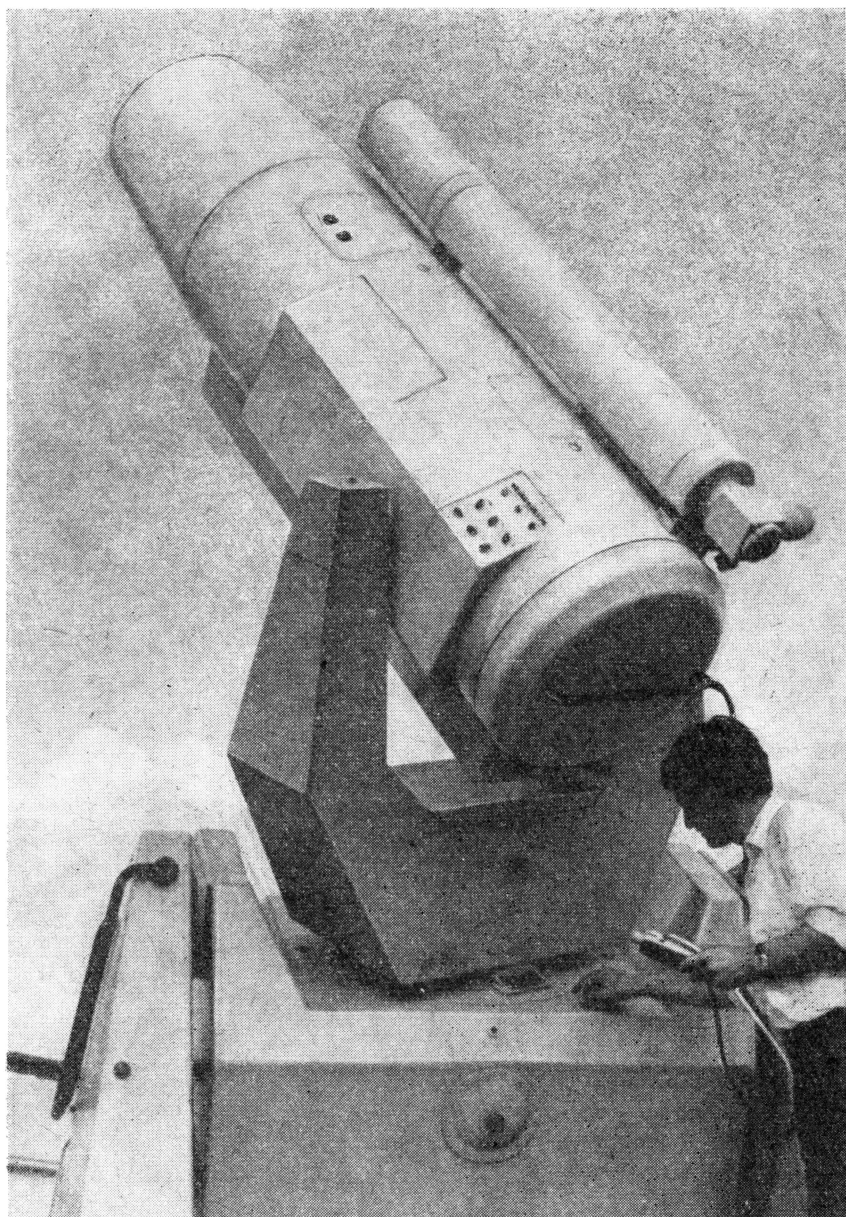
Чтобы следить за спутниками, движущимися на небосводе по сложной траектории, для ВАУ рассчитываются специальные эфемериды, в которых даются положения орбитальной оси по прямому восхождению и склонению на каждую минуту. Это помогает в каждом интервале экспозиции добиться максимального сближения двух плоскостей: плоскости, в которой движется камера, и плоскости, в



Высокоточная астрономическая установка (ВАУ)



Оптическая схема высокоточной астрономической установки



Камера СБГ, предназначенная для наблюдения искусственных спутников

которой лежит снимаемый участок траектории искусственного спутника Земли. Совпадение этих двух плоскостей приводит к тому, что след спутника проходит вдоль кадра.

Камера управляется с центрального пульта, откуда она вся хорошо

видна. На пульте управления можно заранее установить координаты полюса орбиты (прямое восхождение и склонение), а также координаты 12 точек на трассе спутника с указанием времени съемки, орбитального угла и угловой скорости спутника в этих

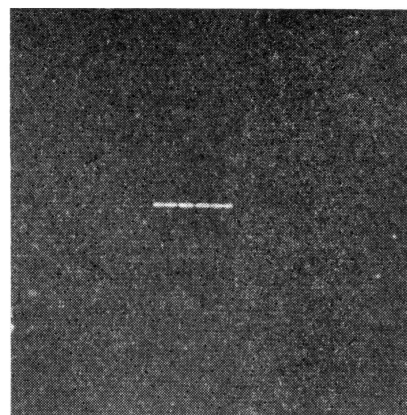
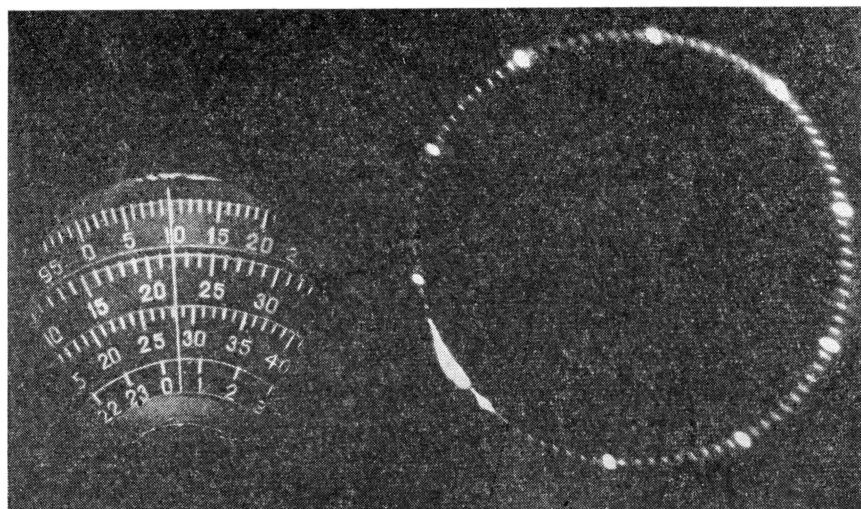
точках. После фотографирования спутника в одной точке камера автоматически перебрасывается в другую и ждет его там. Чтобы получить точечное изображение спутника в центре негатива, наблюдатель у одного из гидов камеры вносит необходимую коррекцию в движение камеры. Специальная «Служба времени» позволяет фиксировать время съемки с точностью до 0,1 миллисекунды. Такая высокая точность обеспечивается двумя кварцевыми генераторами, дающими стабильную частоту 5 МГц.

В 1971 г. в Звенигороде установлена и в ближайшее время начнет наблюдения еще одна спутниковая камера СБГ, изготовленная в Германской Демократической Республике. Камера изящна, элегантна и кажется очень легкой, несмотря на значительные размеры. Монтровка камеры азимутальная, четырехосная. СБГ фотографирует спутник, вращаясь вокруг орбитальной оси. Чтобы на снимке получились и звезды, движение камеры компенсируется скачкообразным смещением фотопластины. СБГ легко преобразуется в обычную параллактическую установку — астрограф. Оптическая система собрана по схеме Шмидта с дополнительной выравнивающей пластинкой перед фокальной поверхностью. Действующее отверстие 425 мм, диаметр главного зеркала 500 мм, фокусное расстояние 788 мм. Поле зрения $7^\circ \times 10^\circ$. Смена пластинок производится автоматически в интервалах между съемкой отдельных кадров. Угол отклонения камеры от плоскости, перпендикулярной к орбитальной оси, можно менять во время пролета спутника.

Имеются на Звенигородской станции и обычные астрономические телескопы. На телескопе АСТ-452 фотографировались активные спутники типа Геос и получены снимки астероида Икар.

Вскоре будет установлен 40-сантиметровый астрограф Карл Цейсс. Размер пластинок астрографа 30 см $\times$ 30 см.

Готовится к эксплуатации электронно-вычислительная машина М-222. Она облегчит обработку материалов наблюдений за спутниками. На стан-



Фрагмент снимка яркого спутника. Фотография получена на высокоточной астрономической установке

Отсчет момента времени ($0^h 28^m 22^s$, 0972) фотографирования на высокоточной астрономической установке. Слева — шкала электромеханических часов, показывающих время с точностью до десятых и сотых долей секунды; справа — электронная шкала (точность отсчета 0,0001 секунды).

ции в Звенигороде есть три полуавтоматические измерительные машины «Ascorecord» производства ГДР. На них обрабатываются почти 3/4 всех негативов, снятых сотрудниками Астросовета.

Звенигородская станция регулярно участвует в различных международных программах. Работы по этим программам предусматривают синхронные сеансы наблюдений за искусственными спутниками Земли в течение месяца и более продолжительного срока.

Коллектив станции ищет новые способы применения высокоточной астрономической установки, например, для фотографирования астероидов, переменных звезд, звездных скоплений и галактик. Начаты регулярные съемки спутников связи, орбиты которых удалены от земного наблюдателя

на 10 000—20 000 км. Накопленный опыт пригодится для фотографирования межпланетных станций и космических ракет.

В ближайшее время на станции установят лазер, и тогда будет освоен лазерно-фотографический метод наблюдений за искусственными спутниками Земли. Весьма перспективно применение телевидения. Телевизор заменит наблюдателя при гидировании спутниковой камеры во время наблюдений «близких» спутников. Если вместо фотографической пленки в главный фокус трубы поместить телекамеру, то положение спутника или искусственного небесного тела можно будет видеть прямо на экране телевизора.

Сотрудники станции работают не только в Звенигороде. Они побывали в экспедициях на Кубе, Кергелене, в

Монголии, Сомали, Чаде, Мали, Гайане.

Многие советские астрономы обучались наблюдениям за спутниками на Звенигородской станции Астросовета. Здесь ежегодно проходят практику студенты различных вузов нашей страны. Станцию часто посещают иностранные специалисты.

Уникальная, с новейшей техникой Звенигородская станция играет значительную роль в развитии спутниковой наблюдательной астрономии, с успехом оправдывает свое экспериментальное назначение.

В. П. ОСИПЕНКО

В. А. ЮРЕВИЧ
кандидат физико-математических наук



На XV метеоритной конференции

Участники XV метеоритной конференции, которую проводил с 29 мая по 1 июня 1972 г. Комитет по метеоритам АН СССР, собрались в Калуге — городе, раскинувшемся на высоком овражистом берегу Оки, при впадении в нее речки Яченки. Ничто не напоминает теперь о том, что 350—400 млн. лет назад на этом месте находился огромный метеоритный

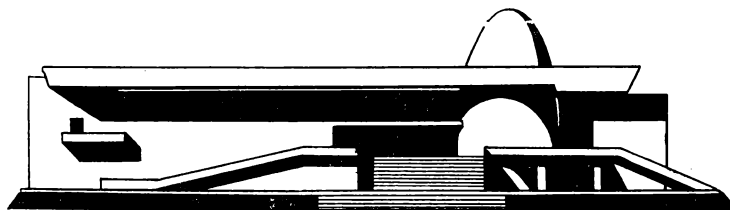
кратер диаметром около 20 км. За прошедшие геологические эпохи кратер исчез под осадочными породами, и только бурение позволило выяснить, что расположенные на значительной глубине горные породы сохранили следы удара крупного метеорита.

О калужском и шести других столь же больших кратерах (их называют

астроблемами), обнаруженных на территории СССР, рассказал участникам конференции В. Л. Масайтис (Всесоюзный научно-исследовательский геологический институт). Самая молодая из этих астроблей в долине реки Попигай (Сибирь) имеет возраст примерно 30 млн. лет, а самая старая Янисьярви, расположенная недалеко от Ленинграда, — более 700 млн. лет. Луч-



Участники XV метеоритной конференции перед входом в гостиницу «Калуга»



Дом-музей К. Э. Циолковского (слева) и Музей истории космонавтики

ше всех исследована Попигайская астроблема*. Подсчитано, что ее образovalo тело поперечником около километра. Падение таких крупных тел случается редко: один раз за несколько миллионов или десятков миллионов лет. Поэтому нет «свежих» астроблем и не всегда удается отыскать признаки астроблемы на поверхности. Однако если бы на Земле метеоритные кратеры сохранялись так же хорошо, как на Луне, поверхность нашей планеты была бы сплошь усеяна ими. Ни в одной из астроблем не найдено метеоритного вещества. Это и не удивительно. При ударе о поверхность Земли крупного тела, движущегося со скоростью более 10 км/сек, происходит взрыв. Вещество метеорита дробится, испаряется и перемешивается со взорванным грунтом, причем масса последнего в тысячи раз больше, чем масса метеорита.

Удары крупных и мелких тел перемололи верхний слой нашего спутника — Луны. С лунным веществом перемешалось метеоритное. О его поисках сообщалось в докладе А. В. Иванова, Ю. И. Стахеева и К. П. Флоренского (Институт космических исследований АН СССР). В верхнем слое реголита обнаружены отдельные кусочки метеоритного вещества, в той или иной мере сохранившие свои первоначальные характеристики. Содержание в лунном реголите примесей метеоритного вещества в молекулярной или атомарной форме оценивается приблизительно в 2%. Отсюда получают, что приток метеоритного вещества на Луну составляет

около $4 \cdot 10^{-9}$ г/см² в год. Это число хорошо согласуется с оценками притока космического вещества на Землю, которые делаются аналогичными методами и дают скорость притока примерно $4 \cdot 10^4$ т в год на всю Землю.

Если поверхности Луны беспрепятственно достигают и крупные тела и мелкие частицы, то при падении на Землю большая их часть распыляется в ее атмосфере. Процессам, возникающим в атмосфере при полете крупных метеоритов, было посвящено специальное заседание. С докладами выступили В. П. Коробейников (Математический институт имени В. А. Стеклова), В. А. Бронштэн (ЦС ВАГО), А. К. Станюкович (Институт высоких температур АН СССР). Выполненные модельные расчеты и эксперименты позволили рассмотреть взаимодействие системы воздушных волн, появляющихся в атмосфере при вторжении в нее крупных метеоритных тел, охарактеризовать развитие этих волн со временем, их отражение от земной поверхности, а также те разрушения, которые они могут причинить.

Во многих докладах освещались физические и химические свойства метеоритов. Не имея возможности останавливаться на каждом из них, упомянем лишь доклад, сделанный Р. В. Медведевым (Горно-металлургический институт Кольского филиала АН СССР). Вместе с соавторами он разработал комплексную методику исследования физических свойств метеоритов. Два изученных ими каменных метеорита Кунашак и Еленовка оказались весьма разными по прочности: на растяжение — в 25 раз, на сжатие — в 13 раз. У них разная пористость, теплоемкость и другие ха-

рактеристики. Эти различия необходимо учитывать при построении теории движения метеоритов в земной атмосфере.

Большое внимание на конференции было уделено происхождению метеоритов и пребыванию их в космосе. В интересном докладе А. К. Лаврухиной с соавторами (Институт геохимии и аналитической химии имени В. И. Вернадского) рассматривались ядерные реакции в протопланетном облаке на тех стадиях его эволюции, которые предшествовали образованию крупных астероидных тел (их осколками, как известно, являются метеориты). Доклад подводил итоги 15-летних теоретических исследований и изучения изотопного и химического состава метеоритов. По мнению докладчиков, состав метеоритов можно согласовать с предположением об их образовании из межзвездного вещества, появившегося в процессе галактического синтеза около 10 млрд. лет назад, если в это вещество на более поздней стадии, перед формированием Солнечной системы, было «впрыснуто» около 15% молодого вещества такого состава, какой получается при вспышках Сверхновых.

Процессы, которые протекали в протопланетном облаке, а позднее в телах астероидных размеров, зашифрованы в химическом составе и структуре метеоритов. Сходство и различие между метеоритами позволяет установить генетические связи между ними и понять сущность этих процессов. С этой точки зрения важна предложенная А. А. Явнелем (Комитет по метеоритам АН СССР) классификация метеоритов, которая учитывает их химические и петрологические особенности. В отличие от

* В. Л. Масайтис. По следам космической катастрофы. «Земля и Вселенная», № 5, 1971 г. (Прим. ред.)

существующих классификационных схем, она позволяет устранить небоснованное объединение в одну группу метеоритов, имеющих, по-видимому, несколько различную историю. В дальнейшем, безусловно, новая классификация сыграет большую роль в решении проблемы о происхождении метеоритов.

С интересом встретили участники конференции доклад Э. Н. Елисеева (Институт геологии и геохронологии докембрия) о применении вариационного физико-химического анализа для исследования эволюции метеоритного и лунного вещества. Выявлен строго направленный характер распределения главных петрохимических окислов в составе метеоритов отдельных групп. Это свидетельствует о происхождении метеоритов каждой группы из одного и того же родоначального вещества. Метеориты разных групп различаются степенью дифференциации.

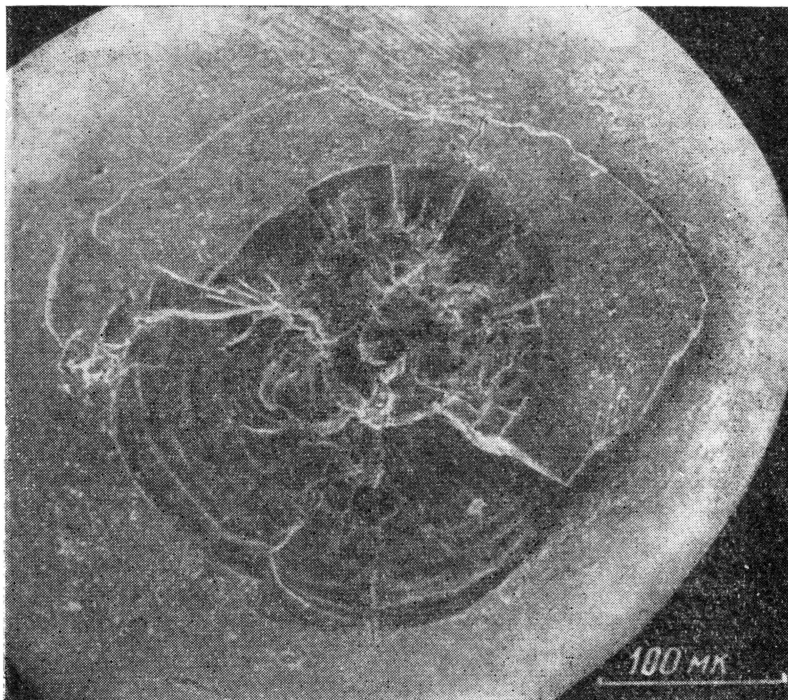
Столь короткий рассказ о четырех днях работы конференции может дать представление лишь о разнообразии тематики 39 обсуждавшихся докладов. В работе конференции приняло участие более 80 ученых и представителей 32 организаций Академии наук СССР и союзных республик, различных министерств и ведомств. Выступавшие отмечали необходимость дальнейшего координирования работ по метеоритике.

Успешное проведение конференции во многом обязано исключительно внимательному отношению к ней со стороны дирекции и сотрудников Музея истории космонавтики имени К. Э. Циолковского, взявших на себя многие организационные вопросы, и со стороны сотрудников Дома политпросвещения, где проходили заседания. Калужане ознакомили участников конференции с историей города, богатой событиями и овеянной легендами. Неизгладимое впечатление оставило посещение Музея истории космонавтики и Дома-музея К. Э. Циолковского. Экскурсию по Дому-музею проводил А. С. Костин — внук К. Э. Циолковского.

А. И. СИМОНЕНКО
кандидат физико-математических наук
ученый секретарь Комитета
по метеоритам АН СССР



УДАР МИКРОМЕТЕОРИТА



Во многих лабораториях мира с большим интересом изучаются переданные Академией наук СССР зарубежным ученым образцы лунного грунта. Его доставила на Землю советская космическая станция «Луна-16».

Недавно доктор Б. Глас (США) опубликовал интересные фотографии, полученные сканирующим электронным микроскопом. На одной из них изображена типичная для лунного грунта стеклянная капелька-бусинка диаметром 580 мк. На ней заметно характерное для лунной поверхности повреждение — след от

удара и взрыва микрометеорита. Маленький кратер имеет в центре оплавленную зону, которая окружена ореолом растрескивания. Половина трещиноватого материала сколота.

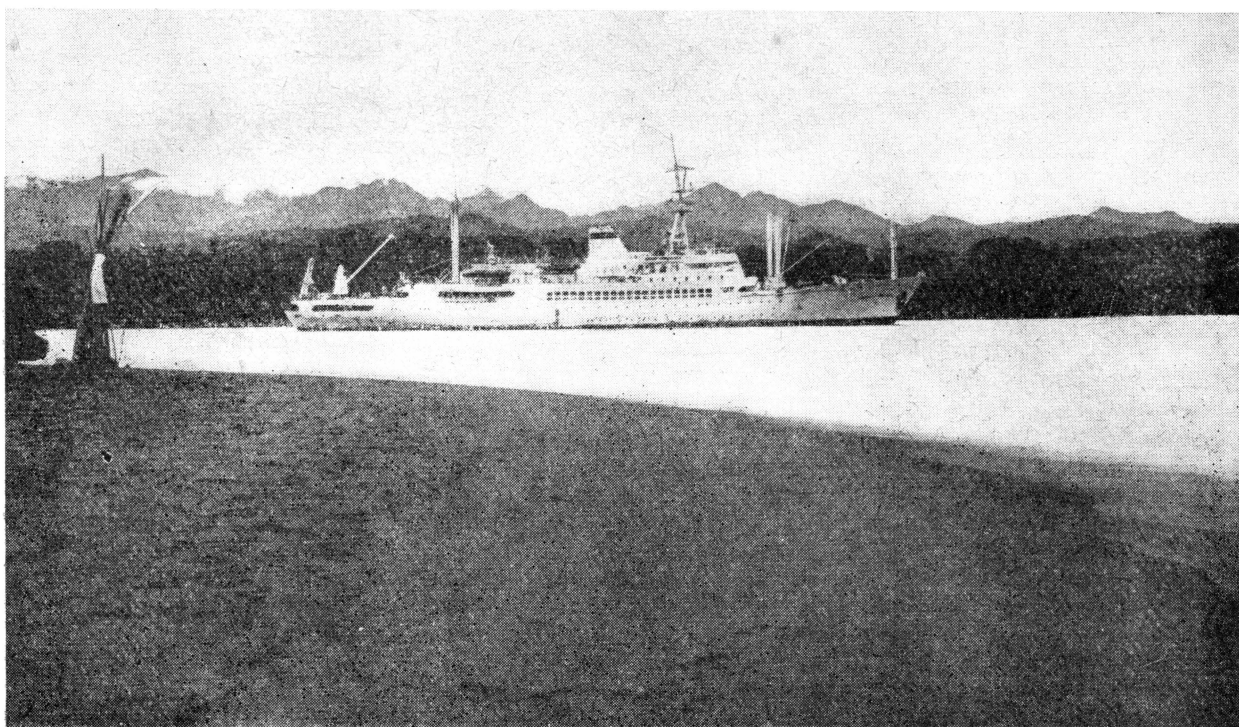
Исследование метеоритной эрозии на лунной поверхности представляет не только теоретический, но и практический интерес в связи с предстоящим освоением Луны: строительством там каких-либо сооружений, установкой длительно действующего оборудования.

«Meteoritics», 7, 1, 1972.



экспедиции

Экспедиция в Океанию



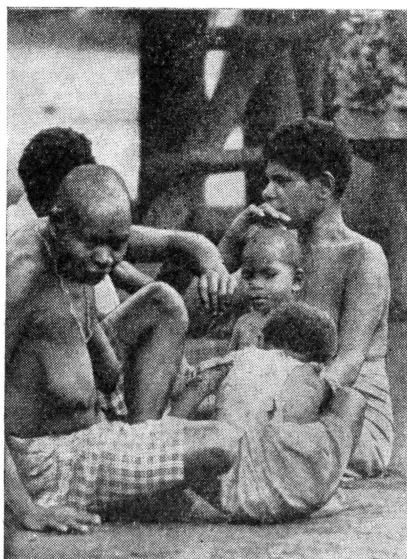
Шестой рейс научно-исследовательского судна «Дмитрий Менделеев» был необычным. Как и всегда, в состав экспедиции вошли самые разные специалисты — океанологи, геофизики, геологи, геоморфологи, биологи. Однако на этот раз большинство участников интересовало не океан, а суша. Предстояло изучение ландшафтов и геологической истории островов и атоллов Океании, исследование растительного и животного ми-

ра на суше и в прибрежных водах. Лишь во время переходов между островами корабль был полностью предоставлен морским геофизикам. Они вели непрерывные гравиметрические наблюдения, исследования магнитного поля, изучали подводный рельеф, а на некоторых разрезах — мощности осадков. В значительной степени своеобразие шестого рейса состояло в том, что он посвящался 125-летию со дня рождения выдаю-

щегося русского ученого Н. Н. Миклухо-Маклая, исследователя Океании. Вот почему на борту судна оказались и этнографы. Возглавлял экспедицию заместитель директора Института океанологии имени П. П. Ширшова АН СССР доктор географических наук А. А. Аксенов.

Впечатления об исключительно интересном рейсе трудно изложить на нескольких страницах. Недаром научный отчет, обычно представляемый

В домах папуасов деревни Бонгу можно увидеть керосиновые лампы, часы, транзисторы и другие предметы, еще недавно чуждые и незнакомые им, однако их быт во многих своих чертах остается прежним — таким, как в каменном веке. За истекшее столетие нововведения как бы наложилось на традиционный жизненный уклад, дополнили и частично изменили, но не разрушили его. Может быть, сохранению былого уклада способствует обособленность деревни: Бонгу окружено топкими болотами и лежит в стороне от автомобильных дорог.



в одном томе, на этот раз занял шесть объемистых томов. Посещение многих больших и малых островов Тихого океана позволило нам ознакомиться с жизнью и обычаями народов Океании. Об этом здесь и будет рассказано.

Итак, отправимся из Владивостока на Новую Гвинею по следам Н. Н. Миклухо-Маклая, а затем дальше к

островам и портам юго-западного сектора Тихого океана. Вот осталось позади душное Южно-Китайское море. Первый пункт захода — Сингапур. Это молодое государство, образовавшееся в 1965 г., занимает одноименный остров, — правда, он соединен с материком полукилометровой дамбой — и несколько мелких островов. Сингапур, расположенный на важных

морских путях, стал крупным портом мирового значения. Более 75% всего населения (около 2 млн. человек) составляют китайцы. Следующие по численности — малайцы, индийцы и пакистанцы; в пестрой толпе города можно встретить цейлонцев, бирманцев, филиппинцев, англичан, корейцев, арабов и представителей многих других народов.

Сингапур живет торговлей и умеет торговать. Здесь изучают не только запросы покупателей, но и их язык. Вот почему в этом городе можно услышать и русскую речь. Интересно, что один из крупнейших универсамов Сингапура «Президент Эмпориум» имеет параллельное название «Спутник». Есть в Сингапуре и магазин «Москва». Торговые агенты раздают советским морякам отпечатанные на русском языке рекламы магазинов с подробным указанием пути следования до них. На Малай-базаре — в бойких и тесных торговых рядах, размещенных между небоскребом компании «Шелл» и соседним зданием, — мы были приглашены в контору хозяина обувного магазина, китайца. Хозяин попросил отредактировать текст рекламы на русском языке. Его помощник, оказывается, вечерами учит русский: «Нужно для дела». Он очень хотел выяснять, как надо приглашать посетителя в магазин, и старательно повторял вслед за нами: «Пожалуйста, заходите».

Хотя Сингапур и не относится к Океании, здесь много общего с другими островами. В Сингапуре также причудливо переплетаются местные национальные традиции с элементами западной буржуазной культуры. Так, в первоклассных универмагах, устроенных по европейскому образцу, нет твердых цен на товары и вы можете торговаться, как на азиатском базаре. Об этом услужливо предупреждают туриста путеводители по городу. Даже сингапурский паспорт по-своему отражает смешение Запада и Востока, которые, вопреки предсказанию Р. Киплинга, все же сошлись. Паспорт любопытен. Это — небольшая карточка, с гербом Сингапура на лицевой стороне, слева от него наклеена фотография владельца документа, а справа, на спе-

циально оставленном месте, красуется отпечаток большого пальца правой руки. На оборотной стороне приведены регистрационные данные, где рядом с настоящим именем владельца есть место и для псевдонима (если, например, китаец известен в деловых кругах как Джордж Маккормик). А в графе «Национальность» можно увидеть надпись «евроазият» — так называют детей от брака европейцев с азиатами независимо от национальностей родителей.

Сделав запас тропических фруктов, держим путь к берегу Маклая. Вблизи Новой Гвинеи пересекаем экватор и отмечаем традиционный праздник Нептуна. Некоторым, уже не новичкам, праздник обещает веселое зрелище, а других ждет испытание: придется выполнять все, что потребует Нептун и его свита.

Получив от морского бога «визы» в южное полушарие, направляемся к порту Маданг, центру австралийской администрации этого района Гвинеи, а утром следующего дня входим в живописную бухту Константина.

Именно здесь, неподалеку от деревни Бонгу, сто лет назад впервые высадился Н. Н. Миклухо-Маклай. В то время о населении Новой Гвинеи почти ничего не было известно; даже среди европейских ученых держалось мнение, что волосы у папуасов растут пучками, а по своим антропологическим признакам они довольно близки к обезьянам. Маклай открыл папуасов для науки, дав точное описание их хозяйства и быта.

Ученый не оставался бесстрастным наблюдателем, а старался улучшить жизнь островитян, хотя порою сам оказывался на волосок от гибели. Благодаря вмешательству Маклая была предотвращена не одна кровавая стычка между жителями разных деревень, благодаря его заботе население Бонгу узнало новые сельскохозяйственные культуры, новые орудия. В язык бонгу прочно вошли русские слова: «топор», «гургуз» (кукуруза), «бика» (бык). Папуасы оценили помощь и привязанность к ним русского ученого и в деревне Бонгу он приобрел преданных друзей.

Память о Маклае жива среди папуасов и в наши дни. Старики расска-



В Западном Самоа сохраняется община с ее обычаями и вождями разных рангов. В каждой деревне есть специальный дом для собрания вождей, воспроизводящий формы древнего местного жилища без стен; на овальном каменном цоколе возвышаются колонны, поддерживающие просторный купол крыши. (В таком же стиле выстроено здание местного парламента.) На снимке — группа вождей у Дома собраний в деревне Летонго

зывают о том, как он впервые появился в их деревне и был сначала принят весьма настороженно, о том, как он привез в Бонгу быка, и так далее. Эти рассказы уже приобрели характер преданий, но в них почти не искажены события, о которых мы знаем из записей самого Н. Н. Миклухо-Маклая.

Советские ученые — люди из страны Маклая, приветствовавшие папуасов на их родном языке, — были очень тепло приняты жителями Бонгу. Как раз в это время островитяне готовились к празднику, посвященному Н. Н. Миклухо-Маклаю. К сожалению, торжество (синг-синг) должно было состояться уже после ухода «Дмитрия Менделеева» из бухты Константина, однако папуасы согласились исполнить для членов экспедиции праздничные пляски и пантомимы.

Представление было великолепным. Пантомима изображала первое появление Маклая в Бонгу. По просьбе папуасов, роль великого путеше-

ственника исполнял капитан М. В. Соболевский. Он спокойно поднимался по тропинке к деревне, а папуасы в старинном боевом убранстве целились в него из лука, стараясь запугать. Но по тому, как папуасы пятились и падали, видно было, что они сами боятся пришельца. Танцы, устроенные на другой день, как бы перенесли всех на столетие назад. Танцоры носили те же набедренные повязки, те же украшения, которые зарисовывал Н. Н. Миклухо-Маклай, даже основные принципы танцев соответствовали его описаниям. Со своей стороны члены экспедиции выразили папуасам благодарность за сердечный прием: танцоры получили подарки и были приглашены вместе с другими уважаемыми людьми деревни на прием к начальнику экспедиции профессору А. А. Аксенову. Женщины Бонгу также посетили корабль.

В наше время общение с папуасами не встречает тех трудностей, какие были сто лет назад. Многие пред-

ставители молодого поколения хорошо знают английский язык — на нем ведется школьное преподавание. И если Н. Н. Миклухо-Маклаю приходилось самостоятельно постигать язык населения Бонгу, то этнографы объяснялись с жителями деревни по-английски, употребляя и некоторые бонгуанские слова. Это помогло заполнить даже в такой короткий срок (4 дня) существенные пробелы в сведениях о традиционной культуре Бонгу, а также выявить изменения в жизни папуасов за прошедший век.

Бонгу сегодня во многом не похоже на деревню времен Маклая. Появились школа, магазин, церковь (стараниями миссионеров папуасы стали христианами, по крайней мере формально). Большая часть жителей Бонгу носит европейскую одежду. Исчезли первобытные орудия — каменные топоры, скребки из раковин, бамбуковые ножи. Вошли в быт инструменты и утварь фабричного производства. Сосуды из скорлупы кокосового ореха соседствуют с алюминиевыми кастрюлями и стеклянными банками. Хижины с земляным полом и специальными помостами для сна и еды сменились домами на сваях, с полом из расщепленных стволов бамбука. Во многих домах появилась даже мебель (большая часть самодельная) — столы, тумбочки, скамейки для сиденья. И все-таки жизнь в этой деревушке течет прежним руслом. Осталось неизменным хозяйство: папуасы возделывают кокосовую пальму, выращивают клубневые культуры (таро, ямс), бананы, сахарный тростник. Земледелие ведется старинными способами: время от времени огороды переносят на новое место, предварительно выжигая деревья и кустарник. Как и раньше, основные работы на огородах выполняют женщины; занятия мужчин — охота и рыбная ловля.

Изменения мало затронули образ жизни и быт папуасов. Н. Н. Миклухо-Маклай писал, что днем в хижинах никого нет — все на работе, лишь к вечеру деревня оживает. Мы увидели ту же самую картину. Перед заходом солнца женщины возвращаются с огородов и несут продукты в традиционных сумках, укрепленных лям-



В ожидании начала церемонии распития кавы в деревне Летонго. В старое время корень кавы жевали и сплевывали слюну в общую деревянную посудину, где получившаяся жижа бродила. Теперь самоанцы полощут в воде сетку с размельченным корнем. Распитие кавы сопровождается торжественными речами. Здесь не приняты хлопки, как на Фиджи, но человек, получивший чашу с напитком, должен плеснуть несколько капель перед собой и произнести: «Мануа!» — «Ваше здоровье!»

ками на голове (эти же сумки служат и колыбелью для младенцев). Как и в старину, девушки приносят воду в полых бамбуковых стволах. Сохранились даже специальные дома для мужчин. У некоторых домов лежит выдолбленный из целого бревна сигнальный барабан «барум». Как и прежде, сочными звуками барабана сообщают о важнейших событиях — о празднестве, смерти, приходе гостей. Есть и специальный сигнал, которым мужчины призывает жену поторопиться с возвращением домой, потому что он проголодался...

Снова море. Идем в Науру. Мало кто знает об этом крохотном островке у экватора, а тем более о том, что на нем расположено самостоятельное государство.

В огромных просторах Меланезийской котловины с совершенно плоской поверхности подводного плато поднимается конус вулкана Науру высотой более 4 км. Его вершина выступает над водой лишь на несколь-

ко десятков метров и имеет диаметр всего 8 км.

Подходим к острову. Конусообразное тело вулкана не создало естественных бухт, а коралловый риф не позволяет близко подойти к берегу. Стоим на рейде.

Науру, населенный микронезийцами-науруанцами, стал известен как самостоятельное государство с 1968 г. Это одна из самых малых стран мира. Ее площадь 21 км²; меньше Науру только Ватикан и Монако. А такое государство-карлик, как Андорра, выглядит по сравнению с Науру гигантом: его территория превышает площадь Науру в 21 раз. Из шеститысячного населения острова половина живет здесь временно.

Остров Науру привлек к себе внимание капиталистического мира с конца прошлого века, когда на нем обнаружили богатейшие запасы фосфоритов самого высокого качества. С 1906 г. залежи фосфоритов начали разрабатываться Тихоокеанской

фосфатной компанией. Это событие оказало огромное влияние на судьбу коренного населения. Науруанцы были внезапно вовлечены в сферу новых экономических отношений. Прежние земледельцы и рыболовы стали рабочими иноземной компании и их традиционные занятия пришли в упадок. Остров сменил хозяев (после второй мировой войны место немцев заняли австралийцы, новозеландцы и англичане), затем приобрел независимость. Однако судьба его по-прежнему прочно связана с разработкой фосфоритов.

Продажа фосфоритов приносит государству Науру большой доход. Это обеспечивает очень высокий жизненный уровень островитян. Образование и медицинское обслуживание в Науру бесплатные даже для временных рабочих, которые не являются гражданами этой миниатюрной страны. Промышленные и продовольственные товары импортируются. Из Австралии в Науру привозят в рефрижераторах даже рыбу, хотя прибрежные воды ею богаты. Остров имеет регулярную водную и воздушную связь с важнейшими государствами бассейна Тихого океана (в первую очередь — с Австралией).

Интенсивная разработка фосфоритов поставила перед гражданами молодого государства серьезные проблемы. Первая из них — опасность полной утраты когда-то своеобразной и экзотической национальной культуры. Уже в наши дни от прежних традиций осталось немного.

Объезжая остров по автомобильной дороге, кольцо которой повторяет очертания побережья, мы не увидели ни одной хижины. Вдоль дороги тянутся одноэтажные европейского типа дома из цементных блоков. Мы побывали в нескольких домах науруанцев. Обстановка комнат ничем не выдает национальной принадлежности хозяев. Уютные плетеные кресла, столики, стулья, книжные шкафы, холодильник, радиоприемник, картины и фотографии. Пожалуй, от бывшего убранства здешнего дома остались лишь циновки на полу. Даже плетеные из пандануса веера, развешанные на стенах рядом с текстами молитв, привезены с островов Эллиса и



Вождь племени и композитор Тапу Ливи во время исполнения старинной песни, которой обычно сопровождаются местные танцы

Гилберта. На приеме, который любезно устроил в честь членов экспедиции президент Науру, были исполнены темпераментные пляски жителей тропиков. Но среди танцоров не оказалось науруанцев. Свое искусство

во показали островитяне Эллиса и Гилберта, завербованные на добычу фосфоритов. Науруанцы же уверяют, что танцам дедов и прадедов они предпочитают твист. Мы не нашли ни одного каноз, которое воспроизводи-

ло бы облик старинной науруанской лодки, не смогли приобрести ни одного изделия местного ремесла. Глубоко зашедший процесс исчезновения местной культуры начинает беспокоить науруанских лидеров и они предпринимают первые шаги к тому, чтобы как-то сберечь свою национальную самобытность.

Другая и более важная проблема — уничтожение природы острова. Там, где экскаваторы выскребают ковшами фосфориты, уничтожены деревья и кустарники, снесен почвенный покров. Выработанные участки представляют собой странное зрелище. Человек, попавший на Науру впервые, с удивлением взирает на безжизненные каменные поля, сплошь покрытые остроконечными выступами породы высотой с человеческий рост и больше. Кто-то сравнил их с надгробными памятниками — сравнение, печальное своей меткостью. Примерно пятая часть острова уже лишена растительности. И чем дальше, тем больше будет разрастаться эта губительная плешь, неспособная возродить жизнь. Но еще серьезнее проблема будущей экономики государства. Подсчеты показали, что запасов фосфоритов хватит на 20 с лишним лет. Что станут продавать науруанцы, когда иссякнет источник их жизни?..

Через два дня покидаем радушных и гостеприимных хозяев острова с необычным адресом: «Науру, Сентрал Пасифик» — «Науру, Центральная часть Тихого океана».

Отсюда путь в Северо-Фиджийскую котловину. В этом интереснейшем районе Тихого океана на небольшом полигоне были проведены почти трехнедельные специальные подробные геофизические исследования земной коры, рельефа дна и физических полей. Сотни миль промера, наблюдений, сопоставление всех данных выявили чрезвычайно большую неоднородность земной коры в этом районе океана, очень сложный рельеф и структуру физических полей.

Пересекаем подводные хребты Норфолк, Лорд-Хау, котловины Ново-Каледонскую и Тасманову. По предположению некоторых тектонистов,

эти образования — фланги когда-то активной зоны раздвижения с осью на небольшом теперь хребте Дампье. 14 августа входим в порт Сидней, где уже бросил якорь исследовательский корабль «Академик Вернадский». Советским ученым предстояло выступить с докладами на симпозиуме, посвященном морским наукам.

От Сиднея путь идет к многочисленным островам и островным группам Океании, но это уже неизменно путь на север, к родному полушарию.

Порт Нумеа — столица Новой Каледонии — встречает нас шумными многолюдными улицами. Особенно поражает поток автомашин. Богатейшие запасы никелевой руды на острове (3-е место в мире) привели к созданию мощной добывающей и перерабатывающей промышленности, оснащенной по последнему слову техники. Потребность заводов в рабочей силе так велика, что большое число рабочих привлекается с других островов Тихого океана и более отдаленных мест (в Нумеа есть даже небольшая колония сомалийцев). Промышленность забрала основные рабочие руки из Новокаледонской деревни. Это привело к резкому упадку земледелия и разрушению былого уклада жизни, ускорило переход коренного населения острова к европейским формам культуры. Как единственное воспоминание об ушедшей старине, кое-где специально для глаз туристов выстроены хижины местного типа. В Нумеа находится французский научно-исследовательский океанографический институт (ORSTOM), сотрудники которого очень тепло встретили участников экспедиции, показали окрестности города, ознакомили с работой лабораторий. Дальше предстояло посещение островов Фиджи и Самоа, Эллис и Гилберта, расположенных, по масштабам Тихого океана, довольно близко друг от друга — какая-нибудь тысяча километров.

Любопытны судьбы национальной культуры в молодых независимых государствах Фиджи и Западного Самоа. На Фиджи, где более половины населения составляют индийцы, введенные в прошлом веке английскими

колонизаторами для работ на плантациях, исконная культура фиджийцев заметно исчезает.

По обычаю, европейцы, которые желают осмотреть деревню, должны получить разрешение у вождя. Минував небольшой магазин, мы поднялись по тропинке к невысокому навесу и здесь были представлены вождю деревни Намбукавеси — пожилому фиджийцу в ковбойке и шортах. Он был занят — крутил ручку маслостройки. Мы объяснили цель своего прихода и вручили вождю подарки. По рассказам знакомых фиджийцев, в отдаленных горных деревнях еще жив ритуал приношения вождю в подарок определенного набора предметов, в частности, нескольких корней кавы (янгоны), из которой готовится высоко ценимый фиджийцами напиток. Но в большинстве районов эта традиция утратила свою силу, и мы привезли с собой сигареты и сладости.

В сопровождении нескольких молодых людей мы обошли деревню, осмотрели небольшую лесопилку, а затем заглянули в дома. Большинство хижин, как и прежде, лишены потолка, крыты четырехскатной крышей из пандануса. Однако почти в каждом доме глухие некогда стены прорезаны окнами, а место плотной циновки, закрывающей вход, заняли деревянные двери. Фиджийцы по-прежнему предпочитают сидеть и спать на полу, устланном циновками, но почти никто не пользуется старинной «подушкой» — деревянной скамеечкой, которую ставили когда-то на ночь под голову. В некоторых домах мы видели кровати с противомоскитными пологами, столы и шкафы. На стенах или центральной балке крыши укреплены портреты британской королевы или ее супруга, а рядом — фотографии хозяев и их многочисленных родственников. Нас позвали в один из домов попробовать каву. «Это наше пиво», — шутят фиджийцы. Посреди пола стояла деревянная чаша на ножках, куда наливают только каву. Хорошо, что мы знали несложную церемонию: тот, кто предлагает вам чашечку с кавой, хлопает раз в ладоши; вы тоже хлопаете один раз и только потом принимаете чашу; от-

дав чашу, «виночерпий» благодарит вас тремя хлопками, и вы затем повторяете то же. Мы исполнили все, как полагалось, и гостеприимные фиджийцы остались очень довольны.

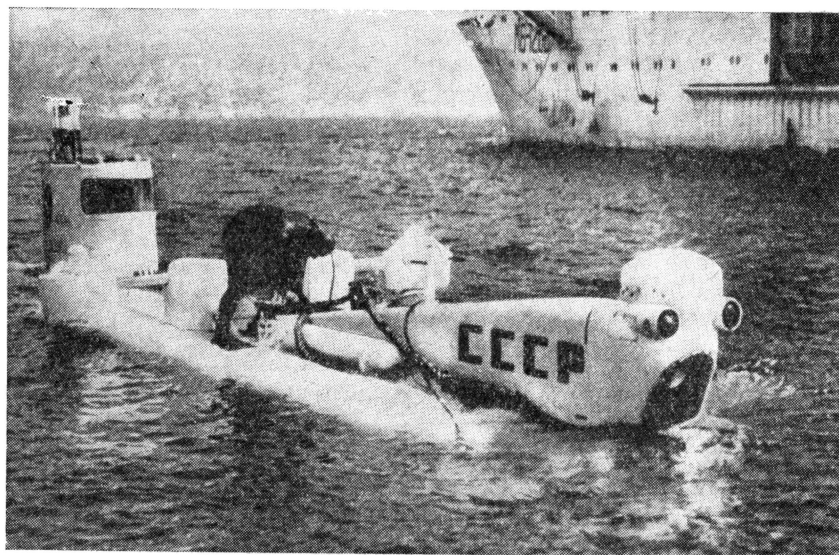
После Фиджи и Самоа предстояли заходы на коралловые атоллы Фунафути, Маракени и Бутаритари. Эти места представляли особый интерес для геологов, геоморфологов, биологов и этнографов. Наиболее интересным, пожалуй, было посещение атолла Фунафути. Наш корабль зашел в лагуну и встал на рейде в миле от единственной деревни атолла, где всего около 800 жителей. Здесь есть школа, церковь, лавка, маленькая гостиница, госпиталь на 50 человек и даже свой «аэродром», куда раз в неделю прилетает с Фиджи маленький самолет. Есть здесь и очаги музыкальной культуры — местный танцевальный коллектив, которым руководит Тапу Ливи, он же композитор и один из вождей. Жители деревни проявили большой интерес к «менделеевцам» и посвятили нам вечер с национальными песнями и плясками. Руководство экспедиции устроило ответный прием для жителей деревни. Тапу Ливи, узнав, что в такой большой стране, как Советский Союз, нет кокосов, подарил экспедиции четыреста молодых кокосовых орехов. Дружественные встречи участников экспедиции с простыми людьми далеких островов, несомненно, имели большое политическое значение. Сами островитяне не раз говорили, что после знакомства с советскими учеными и моряками они уже не смогут легко верить радиопередачам и газетным статьям, выступающим против нашей страны...

На этом крохотном атолле, как и на других островах, мы оставили хороших друзей. И это не менее важно, чем шесть томов научного отчета. Интересно, сложил ли Тапу Ливи песню о советском корабле? — Он обещал...

В. Н. БАСИЛОВ
кандидат исторических наук

Н. А. МАРОВА
кандидат географических наук

«СЕВЕР-2»



Глубоководная малая научно-исследовательская подводная лодка «Север-2» перед испытательным погружением. На верхней палубе — «легкий» водолаз из группы обеспечения

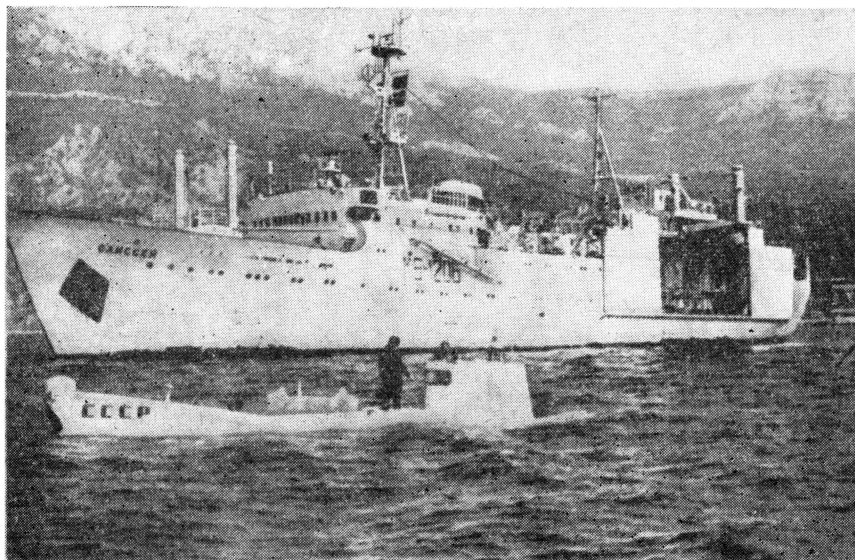
Где-то за горизонтом под развеваящимися лентами полярного сияния скрылись скалистые берега Кольского полуострова. Бесконечной чередой, словно стараясь догнать друг друга, катятся зеленоватые волны. Порывистый студеный ветер срывает с них пелену пара — курится зимнее море.

Но вот чуть просветлел сумрак полярного дня. Что это: блик северного сияния, отблеск Луны? Нет, пятна света выступают на волнах все ярче и ярче — в пляшущей пене волн белеет корпус необычной подводной лодки. С ее бортов пробиваются зарево невидимых светильников. И вот уже на носу можно прочитать «СССР», а на рубке разглядеть синий выпмпел с семью белыми звездами. Это созвездие Персея — эмблема Полярного научно-исследовательского института морского рыбного хозяйства и океанографии (ПИНРО), который стал владельцем новой советской глубоководной океанографической подводной лодки «Север-2».

«Север-2» продолжает традиции своих научных предшественников. Это «Северянка», совершившая десять экспедиционных рейсов в Северную Атлантику и Баренцево море, а также гидростат «Север-1» — при-

вязная наблюдательная камера, которую много лет использовали в тех же акваториях, опуская до 600 м.

И вот теперь создан «Север-2», который позволит проводить наблюдения на глубинах до двух километров. Внешне он напоминает миниатюрный дирижабль. Его длина — 12 м, ширина — около 3 м. Казалось бы, среди множества механизмов людям внутри подлодки-малютки не останется места. Однако конструкторы «выкроили» необходимое жизненное пространство с достаточным комфортом для четырех человек: командир, борт-инженер и два исследователя расположились в удобных креслах. Семь иллюминаторов, наружные прожекторы, кино- и фотокамеры — это как бы единое «окно в подводный мир». В носовой части «Севера-2» встроен манипулятор для сбора образцов донной фауны и флоры. Движения механической руки имитируют движения руки оператора. В арсенал научного оборудования входит также гидроакустическая аппаратура, позволяющая обнаруживать косяки рыбы и препятствия по курсу следования; устройство для измерения и записи скорости звука; одиннадцатиканальный блок, фиксиру-



«Север-2» рядом с плавучей базой-носителем «Одиссей». В кормовой части плавбазы виден ангар с раздвижными воротами для подводной лодки

ющий параметры морской среды (температуру, соленость, растворенный кислород, электропроводность) и другие приборы. Очень важно, что управление движением подводного судна и работой некоторых приборов может производиться как с главного, так и с переносного пульта. Поэтому исследователь имеет возможность принять управление на себя и самостоятельно подойти к заинтересовавшему его подводному объекту.

В корме находится главный движительный комплекс — гребной винт в трубообразной поворотной насадке. Такое устройство позволяет подводной лодке разворачиваться почти на месте. В средней части корпуса расположены два электромотора с гребными винтами, обеспечивающие, главным образом, движение «Севера-2» вверх — вниз и зависание над грунтом на заданной высоте.

«Север-2» — своеобразный глубинный микроскоп надводного корабля-базы «Одиссей». Научно-исследовательское судно «Одиссей» водоизмещением 3500 т способно доставить подводную лодку в любую точку Мирового океана. На борту судна-носителя сооружен ангар с раздвижными дверями и спуско-подъемное устройство, позволяющее выкатить аппарат из укрытия и бережно опустить на воду. Чтобы избежать крена, в специальную цистерну на противоположном борту «Одиссея» принима-

ется и затем откачивается насосами 40 м³ воды. При подъеме лодки в штормовую погоду натяжение тросов регулируется автоматически — рывки полностью исключены. Как видно, носить на себе подводную лодку, пусть даже небольшую, для надводного судна дело довольно хлопотное.

Если мысленно опуститься вместе с «Севером-2» (рядом с ним) в морскую глубину, можно представить все манипуляции этого аппарата в воде. Он то вторгается в скопления планктона и дрейфует вместе с этим живым облаком, то зависает и парит на одном месте, то, разыскивая донные объекты, движется в нескольких метрах от дна, то опускается на грунт, подобно воздушному шару, удерживаясь на гайдропе, как на якорю. В каждом из этих режимов плавания ведутся разные исследования, которые позволяют считать миниатюрную подводную лодку уникальным средством изучения глубин.

28 марта 1971 г., после 21 испытания, «Север-2» с экипажем совершил погружение на предельную глубину 2 км, после чего был принят Государственной комиссией и передан в опытную эксплуатацию владельцу — Полярному научно-исследовательскому институту морского рыбного хозяйства и океанографии.

В. Г. АЖАЖА
кандидат технических наук

В ГРЕНЛАНДИИ ОБНАРУЖЕНЫ ДРЕВНЕЙШИЕ ЗЕМНЫЕ ПОРОДЫ

Научные сотрудники Оксфордского университета Л. П. Блек, Н. Х. Гейл, Стивен Мурбат, а также сотрудники Управления геологической съемки Гренландии Р. Дж. Панкхерст и доктор В. Р. Макгрегор привезли из экспедиции в Готхоб (юго-западная Гренландия) образцы древнейших пород.

Горные породы значительной части Гренландии подверглись в середине докембрия существенной переработке и, как правило, датируются этим временем. Однако обнаружены и ранние докембрийские кратоны, которые не подвергались магматизации и метаморфизму. Как раз в районе Готхоба найдены гнейсы с возрастом 3,98 млрд. лет. Образцы датировались по соотношению рубидия и стронция, а также по соотношению изотопов свинца. Возраст 3,98 млрд. лет получен первым методом.

Бесспорных свидетелей существования столь древних пород на Земле еще не обнаружено. До сих пор считалось, что древнейшими являются гнейсы штата Миннесота (3,55 млрд. лет).

Датировка готхобских гнейсов по изотопам свинца дала возраст 3,62 млрд. лет. Полагают, что возможной причиной расхождения послужило неправильное определение времени полураспада рубидия, а тогда следует отдать предпочтение второй оценке, то есть 3,62 млрд. лет. Есть еще два объяснения. Возможно, при анализе образца в лаборатории из него был изъят не весь свинец, но могло произойти и другое — часть урана, порождающего свинец, подверглась диффузии, что сказалось на результате расчета. Наконец, оба применявшихся метода могут свидетельствовать о различных событиях в истории земной коры Гренландии.

Так или иначе, готхобская находка вынуждает еще раз взглянуть на существующие концепции о происхождении нашей планеты.

Готхобские гнейсы — первое прямое свидетельство существования гранитной коры с возрастом около 4 млрд. лет. (Возраст Земли исчисляют 4,5 млрд. лет.) Возраст, близкий к готхобским гнейсам, имеют породы Луны (3,6—3,7 млрд. лет), как об этом можно судить по образцам, доставленным космическими кораблями «Аполлон-11» и «Аполлон-14».

«Earth and Planetary Science Letters»,
12, 1971.



Астрономические явления в 1973 году

СОЛНЕЧНЫЕ ЗАТМЕНИЯ. На 1973 г. приходится три затмения Солнца, но ни одно из них не будет наблюдаться на территории нашей страны.

4 января произойдет кольцеобразное солнечное затмение. Полоса кольцеобразной фазы протянется от Тихого океана через Южную Америку по параллели 40° и Атлантический океан до берегов Африки. Наибольшая продолжительность кольцеобразной фазы 7^m50^s .

Полное солнечное затмение 30 июня 1973 г. замечательно большой продолжительностью полной фазы, достигающей 7^m04^s . Затмение будет видимо в Южной Америке (в Гвиане), в Атлантическом океане, в Африке — от Мавритании до Кении (полоса полной фазы пройдет севернее озер Чад и Виктории) и в Индийском океане, восточнее Мадагаскара. Как частное его можно будет наблюдать в Западной Европе. Северная граница частного затмения лежит южнее СССР.

24 декабря произойдет еще одно кольцеобразное затмение Солнца. Полоса кольцеобразной фазы коснется Тихоокеанского побережья Центральной Америки, захватит южный берег Коста-Рики и Панамы, пересечет Южную Америку от Колумбии до устья Амазонки, Атлантический океан, вступит на западный берег Африки в Мавритании (близко от районов видимости полного затмения 30 июня) и закончится в Алжире. Наибольшая продолжительность кольцеобразной фазы 12^m02^s .

ЛУННЫЕ ЗАТМЕНИЯ. 10 декабря 1973 г. произойдет частное теневое (фаза 0,106) лунное затмение. Его

можно будет наблюдать к северо-западу от линии, проходящей через Кавказ, нижнюю и среднюю Волгу, Урал и северо-западные районы Западной Сибири. Вблизи этой линии затмение видимо при заходе Луны. Начало частного затмения 4^h10^m , конец 5^h20^m по московскому времени. Тенью будет закрыта южная (нижняя) часть лунного диска.

Полутеневые лунные затмения произойдут:

в ночь с 18 на 19 января. Начало в 22^h18^m , наибольшая фаза (0,890) в 0^h18^m , конец в 2^h18^m по московскому времени. Наименьшее расстояние края тени от диска Луны $4',1$;

в ночь с 15 на 16 июня. Начало в 22^h05^m , наибольшая фаза (0,495) в 23^h51^m , конец в 1^h36^m по московскому времени. Наименьшее расстояние края тени от диска Луны $17',6$;

15 июля. Начало в 13^h44^m , наибольшая фаза (0,131) в 14^h39^m , конец в 15^h35^m по московскому времени. Наименьшее расстояние края тени от диска Луны $28',2$.

Затмения будут видны на территории СССР, правда, затмение 15 июля — только в азиатской части нашей страны.

ПРОХОЖДЕНИЕ МЕРКУРИЯ ПО ДИСКУ СОЛНЦА 10 НОЯБРЯ 1973 г. Юго-западнее линии Ладожское озеро — Москва — Баку удастся проследить весь путь Меркурия по диску Солнца; юго-западнее линии Барен-

цево море — Новосибирск — Алтай только первую половину, а северо-восточнее линии устье Енисея — Владивосток прохождение невидимо. Вступление Меркурия на диск Солнца в 10^h8^m середина прохождения в 13^h6^m , сход с солнечного диска в 16^h3^m по московскому времени*. В начале прохождения планета при наблюдении в телескоп будет заметна в левом нижнем квадранте солнечного диска.

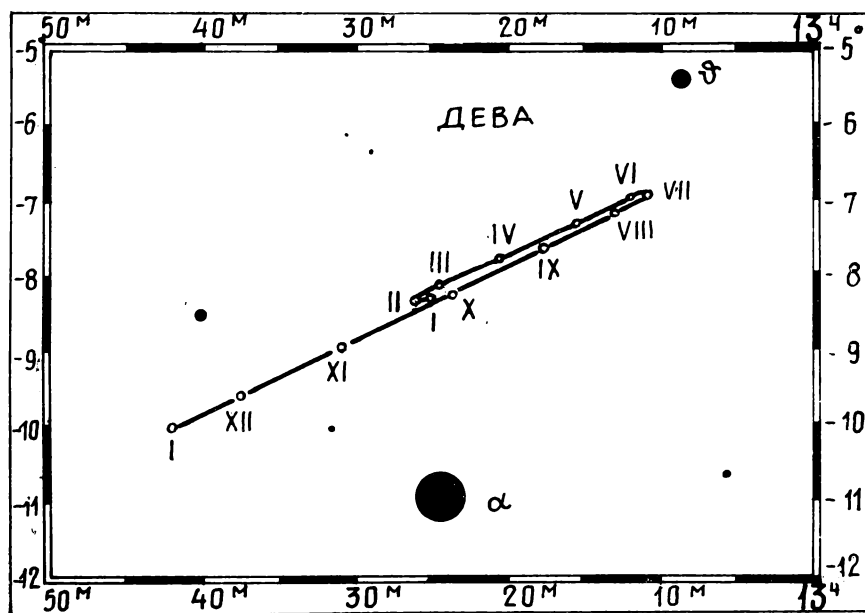
ПЛАНЕТЫ. Меркурий виден по вечерам с середины февраля до начала марта, а затем в июне, но в это время на широте Москвы поиски планеты затруднены. 1 июня и 1 июля Меркурий находится в соединении с Венерой. В первых двух декадах августа, а также с середины ноября до середины декабря Меркурий появляется утром. Лучшее время для наблюдений планеты — третья декада ноября.

В первой половине года из ярких планет выделяется Сатурн. Противостояние Сатурна было 9 декабря 1972 г. В первом квартале 1973 г. по вечерам он сияет высоко над горизонтом в южной части небосвода, в созвездии Тельца и заходит утром.

У Венеры в первой половине января заканчивается эпоха утренней видимости. 9 апреля она будет в верхнем соединении с Солнцем, и наблюдать ее не удастся почти до конца года.

Марс замечен утром, но его угол-

* Точные моменты этих явлений слегка различаются в зависимости от места наблюдений (см. «Астрономический календарь» на 1973 г.).



Видимый путь Урана в 1973 году

вые размеры еще малы. В январе и феврале он движется по созвездиям Змееносца и Стрельца. Продолжительность видимости до конца апре-

ля укорачивается, и планету удастся отыскать лишь на светлом фоне зари. В мае и июне Марс также восходит после полуночи. В середине

июня планета переходит из созвездия Водолея в созвездие Рыб.

Юпитер в начале года не виден, так как 10 января он находится в соединении с Солнцем. В марте он появляется по утрам. 6 апреля южнее Юпитера пройдет Марс.

Уран и Нептун лучше всего наблюдать весной. Противостояние Урана приходится на 11 апреля, Нептуна — на 27 мая. Искать Уран (6-я звездная величина) следует в созвездии Девы над Спикой, а Нептун (8-я звездная величина) — между созвездиями Скорпиона и Змееносца.

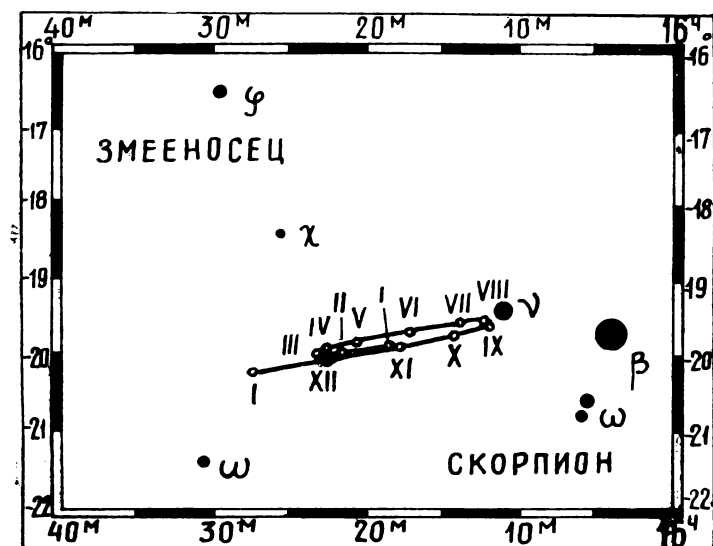
Во второй половине года условия видимости планет более благоприятны. Юпитер в июле и августе сияет всю ночь. В противостоянии он будет 30 июля в созвездии Козерога, после чего до конца года виден по вечерам.

Противостояние Марса наступит 25 октября. На этот раз суточный путь Марса пройдет много выше, чем при великом противостоянии 1971 года. 17 октября он приблизится к Земле на 65 млн. км. С 19 сентября по 27 ноября планета попятным движением возвращается из созвездия Овна в созвездие Рыб.

Противостояние Сатурна произойдет 23 декабря. Планета в это время будет находиться между созвездиями Тельца и Близнецов. В июле начнется утренняя видимость Сатурна, в середине августа он восходит около полуночи, в сентябре, октябре и ноябре — вечером, а в декабре планета сияет всю ночь. Зимой 1973/74 г. раскрытие кольца будет наибольшим.

Венера в летние месяцы на широте Москвы заходит в начале вечера (конец вечерних сумерек). В южных широтах ее можно заметить в лучах вечерней зари. Лишь в ноябре продолжительность видимости планеты на широте Москвы существенно увеличивается. Элонгация Венеры приходится на 13 ноября. 19 декабря планета достигает наибольшего блеска. В это время можно рекомендовать наблюдения серповидной фазы Венеры. В ноябре и декабре планета перемещается по созвездиям Стрельца и Козерога. Нижнее соединение произойдет 23 января 1974 г.

В. С. ЛАЗАРЕВСКИЙ



Видимый путь Нептуна в 1973 году

С каждым годом все больше юных любителей астрономии в нашей стране. Своеобразными смотрами их творческой работы были проводившиеся в 1969 и 1971 гг. слеты юных астрономов. («Земля и Вселенная», № 2, 1970 г., № 5, 1971 г.). У юношеской любительской астрономии немало своих трудностей и проблем. О некоторых из них рассказал автор публикуемой ниже статьи. Редакция надеется, что поднятые в статье вопросы заинтересуют руководителей астрономических коллективов и они примут участие в их обсуждении.

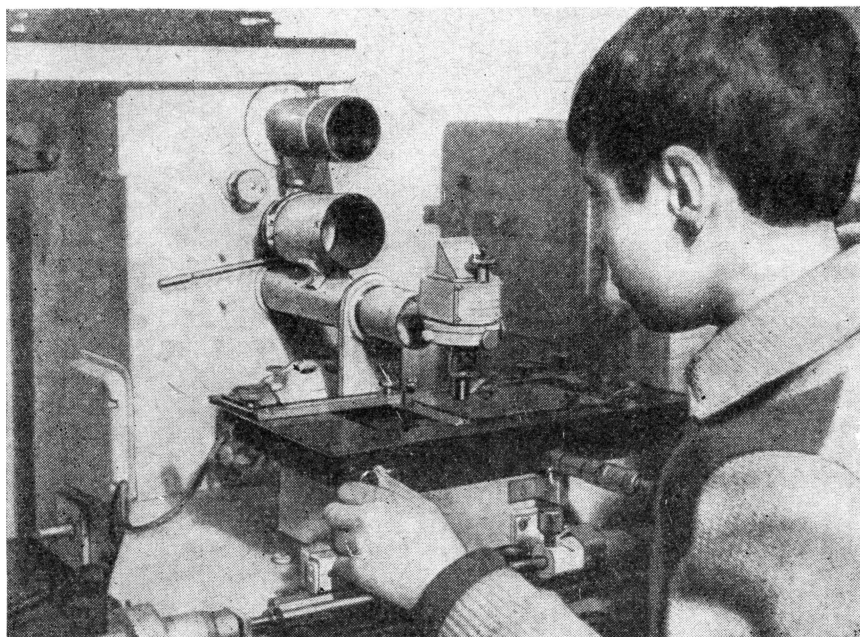
От школьных астрономических кружков к коллективам юных любителей астрономии



Пионеры, отдыхающие в лагере «Солнечный», наблюдают Солнце



Ученица 10 класса новосибирской средней школы № 125 Елена Овчинникова определяет блеск переменных звезд на фотопластинке



Ученик 7 класса новосибирской средней школы № 41 Алексей Парамзин измеряет на микрофотометре интенсивность линий в спектре звезды

Астрономические кружки, общества любителей астрономии и детские обсерватории работают главным образом при школах, реже при Станциях юных техников и Домах пионеров и практически отсутствуют при профсоюзных Клубах юных техников и Домах культуры.

Обычно кружок имеет в своем распоряжении школьный рефрактор или рефлектор, бинокли, астрономические трубы АТ-1 и ТЗК, учебные атласы звездного неба, инструктивно-методическую и справочную литературу по астрономии. В очень немногих кружках есть самодельные рефлекторы. Руководят астрономическими коллективами учителя, студенты, любители астрономии и сами школьники. Кружковцы—это учащиеся 6—10 классов. Наиболее активные из них участвуют в работе юношеских секций отделений Всесоюзного астрономо-геодезического общества.

В кружках ребята проводят теоретические занятия и учебные наблюдения, занимаются популяризацией достижений астрономии и космонавтики среди населения, конструируют приборы. Научная работа сводится к наблюдению метеоров, планет и серебристых облаков, причем наблюдения, как правило, выполняются визуально и носят описательный характер. Практически не находят применения фотографические и фотоэлектрические методы определения яркости, цвета, спектров и поляризации излучения небесных тел, незаслуженно остаются в стороне наблюдения переменных звезд, спутников Юпитера, покрытий звезд Луной и другие.

На территории страны коллективы юных любителей астрономии распределены неравномерно. Их много на Украине и в европейской части РСФСР, меньше — в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке, еще меньше — в Средней Азии, Закавказье и Прибалтике. На огромной территории от Урала до Чукотки работает лишь одна детская обсерватория при внешкольной организации — в Новосибирском академгородке. Школьная обсерватория есть только в Бодайбо (Иркутская область). По нашему мнению, этого явно недостаточно.

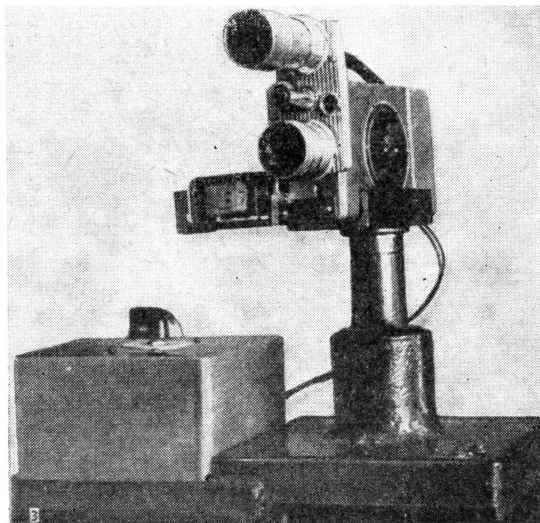
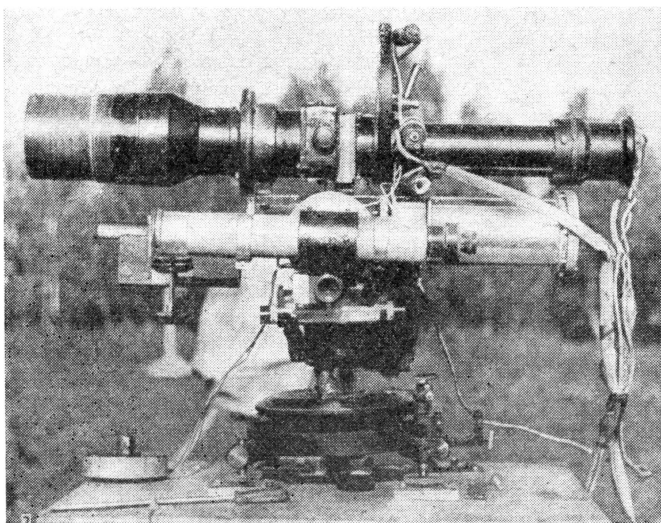
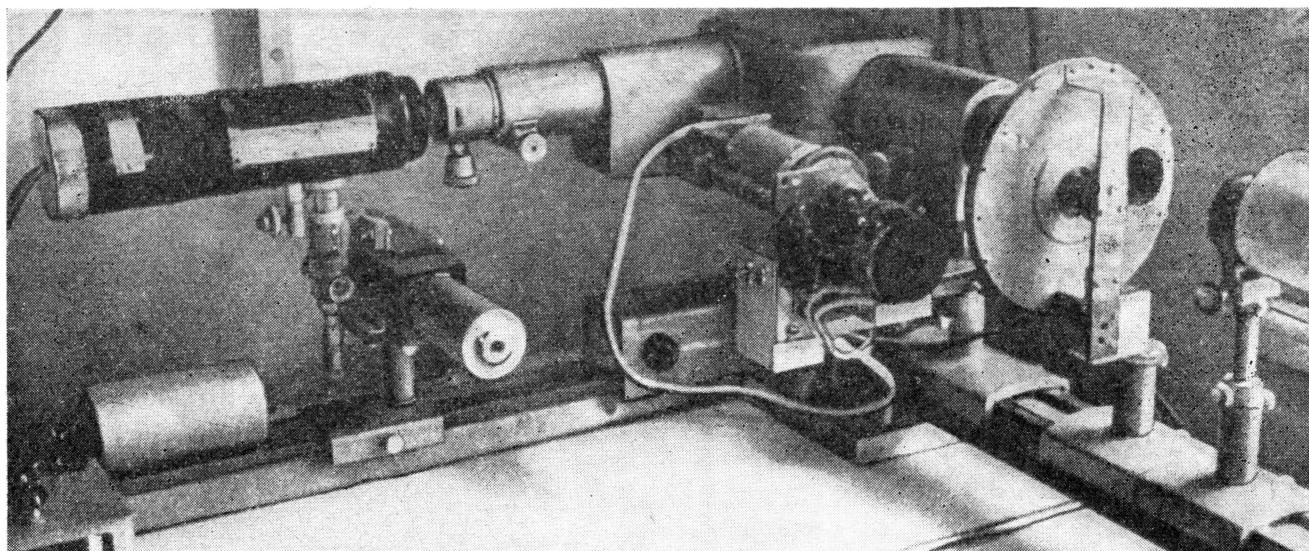
Мы, разумеется, не против даль-

нейшего развития школьных астрономических кружков, роль которых общеизвестна и многие выпускники которых стали специалистами-астрономами. Но мы считаем, что, во-первых, своевременно поставить вопрос о совершенствовании работы школьных астрономических кружков, а во-вторых, организовать новые коллективы при внешкольных учреждениях,

где юные астрономы могли бы приобщиться к методам современных астрофизических исследований. Создать условия для работы юных астрономов во внешкольных учреждениях значительно сложнее. Мы считаем, что именно в эти учреждения следует перенести центр тяжести внеклассной работы по астрономии с детьми и подростками. Только в этих учрежде-

ниях можно создать астрофизические лаборатории, оснащенные самодельными и промышленными приборами и инструментами. Здесь же, кстати говоря, имеется возможность оплаты труда руководителям коллектива.

Опыт работы юных астрономов Симферополя, Москвы, Новосибирска показывает, что школьники могут



Астрономические приборы, изготовленные юными астрономами Новосибирска: 1 — спектроэлектрофотометр, переделанный из монохроматора. Прибор предназначен для исследования спектральной чувствительности приемников света и полосы пропускания светофильтров; 2 — электрофотометр для измерения яркости, цвета и поляризации света серебристых облаков; 3 — прибор для поккадровой съемки серебристых облаков

с успехом выполнять спектрофотометрические наблюдения звезд, фотометрические наблюдения комет, фотозлектрические наблюдения серебристых облаков. Они строят сложные оптические и радиоэлектронные приборы. Таким образом, школьники участвуют в увлекательной научной работе. Но трудностей в работе коллективов любителей астрономии немало. Прежде всего, они касаются оснащения лаборатории. Какие приборы и приспособления нужны любителю? Это — визуальные фотометры для исследования точечных и протяженных объектов; приспособления для калибровки негативов и для измерения плотности на негативах; фотометры на фотоумножителях и фоторезисторах; электроколориметры и поляриметры; спектрографы и другие приборы. Их «ассортимент» зависит от программы наблюдений.

Если, например, любители астрономии собираются заниматься фотографическими и фотозлектрическими наблюдениями переменных звезд, Луны, планет, исследованиями атмосферы (серебристые облака, полярные сияния, астроклимат), то помимо телескопов и самодельных приборов и приспособлений им понадобятся радиоизмерительная аппаратура, стабилизированные источники питания, усилители постоянного и переменного тока, самописцы и другое электронное оборудование. Нужны будут микрофотометры, монохроматоры, спектрографы и прочее лабораторное оборудование. Не все из этого списка (далеко не полного) удастся изготовить самостоятельно. Часть приборов можно приобрести в магазинах, часть — получить в научных институтах и на промышленных предприятиях.

Любители астрономии нуждаются в подробной методике изготовления, испытания и эксплуатации приборов. Такое руководство должно быть написано просто и понятно, оно должно основываться на практическом опыте создания самодельных приборов и работы с ними. В инструкциях по изготовлению и испытанию приборов необходимо помещать программу наблюдений на этих приборах и методы обработки полученных дан-

ных. Подобная литература не издавалась ни разу. Тем более обидно, что инструктивно-методические статьи организации внеклассной и внешкольной работы по астрономии почти не печатаются даже в таких журналах, как «Земля и Вселенная», «Физика в школе» и в сборниках «Любительское телескопостроение».

Многие проблемы любительской астрономии, а также некоторые проблемы преподавания астрономии в школе могла бы решить Всесоюзная юношеская обсерватория. Настало время поставить вопрос о создании такой обсерватории. На ней должны проводиться учебные и научные наблюдения Солнца, метеоров, переменных звезд, планет, Луны визуальными, фотографическими и фотозлектрическими методами. Здесь будут разрабатываться и опробоваться новые конструкции и методы любительских наблюдений, обсерватория могла бы стать учебной базой для юных любителей астрономии, студентов физических факультетов педагогических институтов, учителей физики, руководителей астрономических кружков и народных обсерваторий. Создание Всесоюзной юношеской обсерватории потребует объединения усилий таких организаций, как Министерство просвещения СССР, ВЦСПС, ВЛКСМ, Всесоюзное общество «Знание», ВАГО.

Большую помощь в создании Всесоюзной обсерватории и в развитии детского технического и научного творчества призвана сыграть Академия наук СССР. Об этом красноречиво свидетельствует опыт Сибирского отделения Академии наук СССР. Мы можем привести много примеров того, как внеклассные и внешкольные занятия астрономией расширяют кругозор ребят, способствуют формированию у них научного мировоззрения, позволяют углублять и расширять их знания по физике и математике, воспитывают у них черты характера, необходимые будущим ученым, инженерам и конструкторам.

С. С. ВОЙНОВ
заведующий астрономической обсерваторией Клуба юных техников
Сибирского отделения АН СССР

ИТОГИ ВТОРОЙ ЗАОЧНОЙ ЧИТАТЕЛЬСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

Около тысячи читателей прислали ответы на нашу анкету, разосланную вместе с первым номером журнала этого года. Это значит, что откликнулся каждый сороковой подписчик. Число читателей, конечно, больше, чем подписчиков, ведь один номер журнала нередко прочитывается многими. Одно лишь несомненно: по сравнению с первой заочной читательской конференцией 1966 года сейчас ответило на вопросы анкеты в полтора раза больше читателей.

Отрадно, что астрономия, геофизика и исследования космического пространства интересуют не только жителей больших городов. Нам пишут из деревень Белоруссии и Сибири, сел Молдавии, Киргизии и Дагестана, из Кубанских станиц, малых городов Заполярья и Приморья. Получены также ответы из-за рубежа: не только из стран социалистического лагеря — Болгарии, Польши, Югославии, но из США, Австрии и Греции.

Как и прежде, самую большую часть читателей составляют люди самых различных профессий, увлеченные одной страстью — астрономией. Не все интересующиеся астрономией указали свою основную профессию, но и среди тех, кто это сделал, можно найти представителя любой специальности: агронома, горняка, рыбоведа, экономиста, милиционера-регулирующего, библиотекаря, портного, музыканта, школьника... Всех не перечислить (впрочем, невозможно перечислить и все присланные нам отзывы, предложения и замечания читателей).

Доля анкет, присланных специалистами, к сожалению, не очень велика. Пока не ясно, действительно ли немногие специалисты читают научно-популярные журналы. Быть может, сейчас в период наступившего «информационного взрыва» специалисту, когда очень трудно следить за научными работами из-за

увеличивающегося их числа и все большей распыленности информации в смежных областях, уже совсем не хватает времени читать популярные статьи? А может быть, все же читают, но не нашли времени для того, чтобы заполнить анкету?

Тем не менее около двухсот специалистов по астрономии, геофизике, геодезии не остались безучастными к своему журналу, причем соотношение числа ответов по специальностям, соответственно, составило примерно 3:2:1. С каждым годом увеличивается доля читателей смежных профессий — физиков, математиков, радистов, географов, философов. Уже сейчас, если судить по числу присланных ответов, их не меньше, чем геофизиков и геологов.

Все приславшие ответы единыдушны в том, что журнал интересен, в общем удовлетворяет довольно широкий круг читателей. По-прежнему с большим удовольствием читают статьи о полетах космических кораблей и межпланетных автоматических станций, о проблемах астрономии. Популярны разделы «Гипотезы, предложения», «Люди науки», «Любительская астрономия». Не все статьи являются одинаково интересными. Геофизиков мало интересуют вопросы телескопостроения и любительской астрономии, астрономов в меньшей степени привлекают материалы наук о Земле. Поэтому появляются различные, часто исключаяющие друг друга предложения читателей.

Читатели предлагают развивать более глубоко перечисленные направления, хотят видеть больше черно-белых и цветных фотографий, переданных с борта автоматических станций.

Редакция получила большое число писем от различных специалистов, которые предлагают конкретные меры по улучшению содержания и оформления журнала. Об этом нам написали и ученые, и художники-оформители, и библиотекари.

Редакция благодарит всех приславших ответы и постарается учесть замечания и предложения читателей.

ЭКСПЕДИЦИЯ ОМСКИХ ГЕОДЕЗИСТОВ



Остатки древней крепости в селе Покровка Марьяновского района — с трудом различимые валы и рвы, заполненные водой

Согласно историческим сведениям, на территории Среднего Прииртышья в XVIII в. было построено много фортификационных сооружений, здесь же пролегал знаменитый московско-сибирский тракт «Владимирка». Отыскать следы древних крепостей и сохранившиеся участки старинного тракта помогли аэроснимки, по которым был составлен маршрут геодезических экспедиций Омского отделения ВАГО.

Участники экспедиций — трое геодезистов (профессор Д. Н. Фиалков, инженер В. В. Рычков, доцент М. А. Филиппов), преподаватель астрономии (К. А. Лупой) и ботаник (доцент Н. А. Плотников) пешком и на автомашине обследовали два района — Марьяновский и Москаленский. Крепость в селенье Покровка Марьяновского района в прошлом была внушительным сооружением. Два четырехугольника с овальными сторонами (более 200 м каждая) образуют своеобразную звезду. В каждом из восьми бастионов сохранились углубления от стоявших когда-то здесь чугунных пушек. Крепость занимала площадь около шести гектар. Почти такое же укрепление удалось обнаружить и в селе Николаевка Москаленского района.

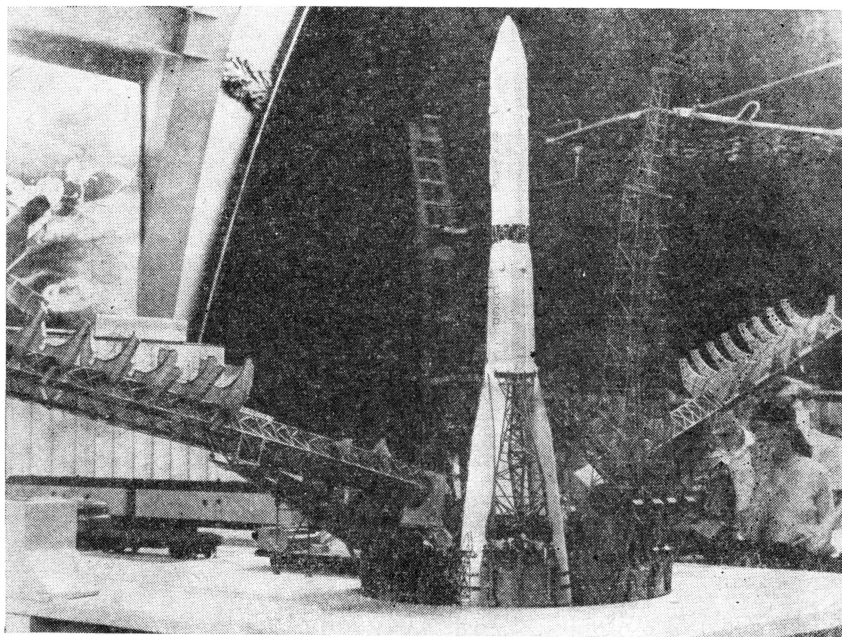
В результате двух экспедиций удалось обследовать (летом и зимой 1971 г.) четыре редута, две крепости, построенные в середине XVIII в., и участки Владимирского тракта. Остатки «Владимирки» были обнаружены в двух местах — от станции Радищево Нижне-Омского района на север до Кольево Муромцевского района протяженностью 5 км и наиболее трудная часть дороги — через Ярковское болото в Большеуковском районе.

Участники экспедиции тщательно осматривали следы на земле, дешифрировали аэроснимки, вели визуальные и линейные измерения, определяли масштаб каждого снимка, фотографировали и снимали кинокадры, беседовали со старожилами. В Омске обработанный материал публиковала «Омская правда». Мы глубоко убеждены, что общества по охране памятников старины должны заинтересоваться находками геодезистов.

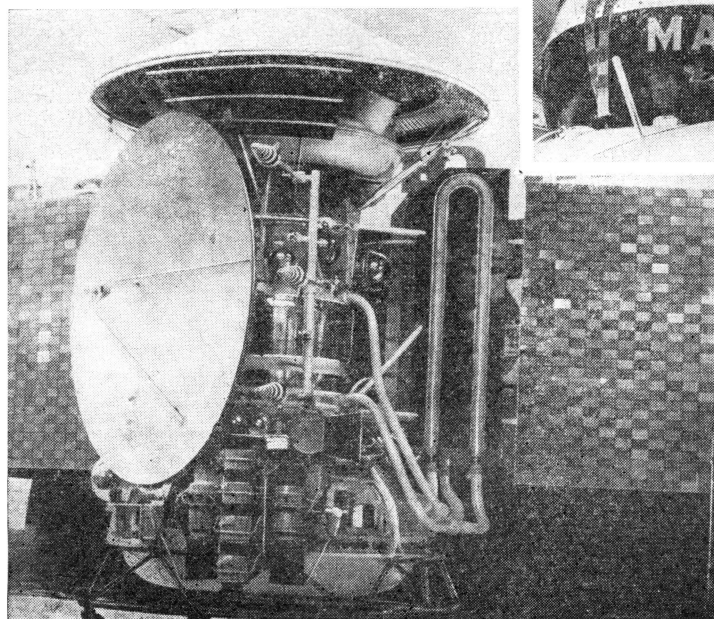
Следующие познавательные маршруты по Омской области поведут геодезистов, членов Омского отделения ВАГО, к району Баян-Аула, к его сказочным горам и затерявшимся в степи озерам — к местам будущих домов отдыха и пансионатов.

В. В. РЫЧКОВ

**Новые
экспонаты
павильона
«Космос»**



Действующая модель космодрома Байконур



Макет автоматической межпланетной станции «Марс-3» и макет спускаемого аппарата (справа) автоматической межпланетной станции «Марс-3»

Действующий макет стартового комплекса космодрома Байконур занял почетное место в павильоне «Космос» на ВДНХ. Всем известно, что именно на Байконуре первым из землян весной 1961 г. стартовал в космос советский гражданин Ю. А. Гагарин. Много космических кораблей отправлялось в космос, но память о космонавте № 1 — Юрии Гагарине и его космическом корабле «Восток» останется навсегда.

Посетители ВДНХ могут увидеть, как готовился на Байконуре к прыжку в неизведанное первый космический корабль.

Отводится агрегат обслуживания нижней части ракеты, опускаются фермы обслуживания... Старт! — Так начался исторический полет в космос Юрия Гагарина. А через десять лет с Байконура ушла к красной планете автоматическая станция «Марс-3». Через 188 дней полета, 2 декабря 1971 г., спускаемый аппарат совершил мягкую посадку на марсианскую поверхность. Макет станции «Марс-3»

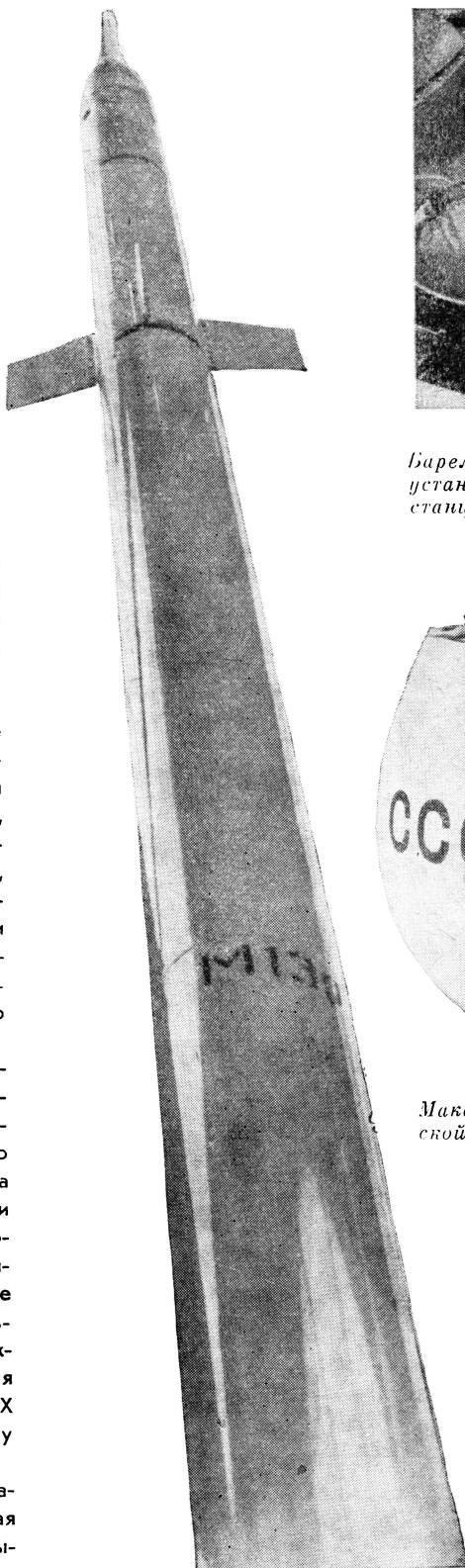
также экспонируется в павильоне «Космос».

Ценнейшую информацию о магнитном поле межпланетного пространства, свойствах космических лучей передавала станция на Землю. Аппаратура «Стерео», созданная специалистами Франции в соответствии с советско-французской программой сотрудничества по исследованию космического пространства, обеспечила изучение структуры радиоизлучения Солнца. Снимки поверхности Марса, сведения о давлении и составе атмосферы, температуре и тепловом излучении поверхности передавались на расстояния более 100 млн. км.

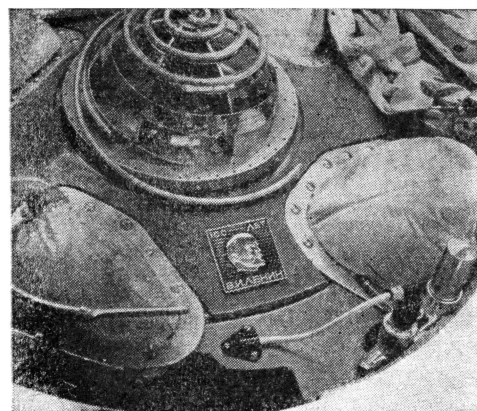
Впервые передача научной информации с поверхности другой планеты была осуществлена автоматической станцией «Венера-7» 15 декабря 1970 г. Макет этой станции также представлен в павильоне «Космос». Около получаса «Венера-7» передавала сведения о давлении и температуре атмосферы планеты, а также другую информацию. В месте посадки температура оказалась равной $475 \pm 25^\circ \text{C}$, давление 90 ± 15 атм, плотность газа в 60 раз выше плотности нашей атмосферы. Выяснилось, что Венера окутана углекислым газом; азот и кислород практически отсутствуют, а водяного пара содержится менее 1%. В таких условиях вероятность существования какой-либо жизни еще меньше, чем на Марсе.

Еще не успела «Венера-7» освоиться со своим новым местом в павильоне «Космос», ее родная сестра «Венера-8» опустилась на освещенную сторону планеты. Она передала большой объем ценной информации о свойствах атмосферы и поверхностного слоя Венеры. Новая автоматическая станция работала на планете 50 минут — почти в 2 раза дольше своей предшественницы. Возможно «Венере-7» придется потесниться для того, чтобы посетители ВДНХ смогли увидеть новую посланницу Земли.

По сравнению с космическими ракетами, штурмующими космос, новая метеорологическая ракета М-130 выглядит скромно. Однако она может поднять контейнер с научной аппаратурой весом 80 кг на высоту 130 км.



Макет метеорологической ракеты М-130



Барельеф Владимира Ильича Ленина, установленный на спускаемом аппарате станции «Венера-7»



Макет спускаемого аппарата автоматической межпланетной станции «Венера-7»

Посетители павильона «Космос» с большим интересом осматривают экспонаты, рассказывающие о последних достижениях советской науки и техники в освоении космоса и изучении планет Солнечной системы.

В. А. МИЛЮШЕНКО

кандидат технических наук

ЗАНИМАТЕЛЬНО О ТЯГОТЕНИИ

О гравиметрии, ее истории и перспективах можно прочитать в новой книге Н. П. и А. Н. Грушинских (Н. П. Грушинский, А. Н. Грушинский. В мире сил тяготения. «Недра», М., 1971 г.). Она начинается с описания законов и понятий, положенных в основу науки об измерении ускорения силы тяжести — закона всемирного тяготения и основных законов классической механики. Рассказано о том, как различные ученые подмечали расхождения этих законов с явлениями природы, как менялись представления о всемирном тяготении, распределении силы тяжести на земной поверхности, аномалиях силы тяжести, изменениях ее в зависимости от места и времени наблюдения. Именно отрицательные аномалии силы тяжести позволили геофизикам и гео-

логам открыть «второе Баку» в Закавказье, а потом и «третье Баку» в Сибири. Много страниц посвящено фигуре Земли, поскольку она сформировалась под действием силы тяжести, гравитационному полю, а также фигурам Луны и планет.

В книге приводятся прошлые и современные данные о строении земной коры, ее возрасте, движениях и о гравиметрическом методе изучения. Излагаются принципы действия основных приборов, с помощью которых измеряют силу тяжести (точнее, ускорение силы тяжести) — от маятникового прибора до гравиметра и вариометра. В заключительной части рассматриваются далекие, кажущиеся фантастическими перспективы развития гравиметрии. Особенно занимательна разгадка механизма гравитации и возможность влияния на него. Ведь это — решение транспорт-

ной проблемы на Земле и в космосе, выявление нового источника энергии, столь необходимого земной цивилизации.

Книга содержит много фактического материала, изложенного популярно, с тонким юмором и, несмотря на формулы, читается легко.

Это первая популярная книга о гравиметрии и областях с нею связанных (если не считать брошюры П. Шокина «Как и для чего измеряют силу тяжести?»).

Она, безусловно, привлечет молодежь к одной из наук о нашей планете — гравиметрии. Ее с интересом прочтут и учителя, и школьники, и студенты.

Широкий диапазон понятий (квазигеоид, изостазия, гипотезы расширения Земли, гравитационная разведка полезных ископаемых, внутреннее строение Земли и планет, «черная дыра» Шварцшильда) и высокий уровень изложения характеризуют эту книгу с лучшей стороны. Несмотря на большой тираж, она разошлась очень быстро. Побольше бы таких книг!

А. И. ДЕРБАЛ

Указатель статей, опубликованных в журнале «Земля и Вселенная» в 1972 году

Агалаков В. С., Корачевский В. Н.— В полете космические обсерватории «Прогноз»	6	Бычкова В. С., Пикельнер С. Б.— Эволюция тесных двойных звезд	5
Альвен Х.— Стратегия космических исследований	4	Васильев М. В.— 15 лет советских исследований космоса	5
Амбарцумян В. А.— Нестационарные явления в мире звезд и галактик	4	Виноградов А. П.— Океан и человечество	5
Амнуэль П. Р.— Невидимые миру звезды	2	Владимирцев Ю. А., Косарев А. Н.— Красное море — океанологический феномен	2
Ахмедсафин У. М.— Гидрогеология в Казахской ССР	6	Голицын Г. С.— Новое об атмосферах планет	1
Балклавс А.— Латвия — центр исследования красных гигантов	6	Гольдовский Д. Ю.— «Аполлон-15» исследует Луну	2
Белый Ю. А.— «Сон, или астрономия Луны» — последнее произведение Кеплера	1	Гольдовский Д. Ю.— «Большой тур» уступает место «малому»	4
Белоусов В. В., Шолпо В. Н.— Роль тектоносферы в развитии Земли	6	Громов В. В., Леонович А. К., Шварев В. В.— Лунный грунт по данным «Лунохода-1»	2
Бобров М. С.— Сатурн	1	Гудзенко Л. И.— Нужны ли фотонные ракеты?	4
Большаков В. Д., Лаврова Н. П.— Научный фотографический эксперимент космических станций «Зонд»	5	Давитая Ф. Ф.— Науки о Земле в Грузинской ССР	6
		Дорошкевич А. Г., Новиков И. Д., Сюняев Р. А.— Прошлое Вселенной и гелий	3

Еремеева А. И.—Кеплер и естествознание	1
Ефремов Ю. И.—Неправильная галактика Местной системы	3
Зингер Е. М.—Почему ледники пульсируют?	3
Зоткин И. Т.—Новые метеориты	5
Идлис Г. М.—Астрономия в Казахской ССР	5
С. П. Королев и практическая космонавтика	5
Кузнецов Ю. П.—Сигналы внеземных цивилизаций — какими они могут быть?	1
Левантовский В. И.—Стационарные спутники	3
Левантовский В. И.—Полеты к Солнцу	4
Лууд Л.—Эстонские астрономы исследуют галактики и звезды	6
Марленский А. Д.—Марсианская звездная карта	3
Мирзоян Л. В.—Астрофизика в Советской Армении	6
Мороз В. И., Ксанфомалити Л. В.—Новые вести с Марса	3
Отутер М.—Внимание — лавина!	4
Петрушевский Б. А.—Балканский сейсмический проект ЮНЕСКО	5
Руффини Р., Уилер Дж.—Знакомьтесь: Черная дыра	2
Сафронов В. С.—Развитие теории Шмидта	4
Силин А. А., Шварев В. В.—Взаимодействие лунного грунта с твердыми телами	1
Соколов В. Б.—Встреча в космосе	3
Соколов В. Б.—Проблемы космического транспорта	5
Страйжис В.—Литовские астрономы — создатели многоцветной фотометрии звезд	6
Сузюмов Е. М.—Центр дальней космической связи в океане	4
Султанов Г. Ф.—Достижения астрономии в Азербайджанской ССР	5
Тейфель В. Г.—Атмосферы Юпитера и Сатурна	1
Теплицкая Р. Б.—Астрономия в Сибири и на Дальнем Востоке	6
Тиндо И. П.—Рентгеновский телескоп на Луне	2
Федоров Е. П.—Астрономия на Украине	6
Феоктистов К. П.—Орбитальная станция «Салют»	2
Флоренский К. П.—«Луноход-1» — о поверхности Луны	2
Чугайнов П. Ф.—Звезды низкой светимости	4
Шевченко В. В.—Небо Марса	3
Шейнманн Ю. М.—Калий и развитие земной коры	3
Щеглов В. П.—Астрономические исследования в Узбекской ССР	5
Юдин И. И.—Решающий шаг в космос	5
Юссон Ж.—Лазерный эксперимент на «Луноходе-1»	2
Ярошевский А. А.—Образование земной коры и процессы в мантии	1
ЛЮДИ НАУКИ	
К. Э. Циолковский и мировая наука	5
Конструктор советских ракетно-космических систем С. П. Королев	2
Софья Васильевна Ворошилова-Романская	4
Василий Григорьевич Фесенков	3
СИМПОЗИУМЫ, КОНФЕРЕНЦИИ, СЪЕЗДЫ	
Анкета СЕТИ	4
Бронштэн В. А.—Астрономия и геодезия в Азербайджане (Бакинский пленум Центрального совета ВАГО)	4
Волков В. П.—Международный геохимический конгресс в Москве	1
Воронков Ю. С.—Авиация и космонавтика — прошлое и настоящее	3

XV Генеральная ассамблея МГГС (обзоры по ассоциациям)	2
Гиндилис Л. М.—CETI-71	3
Кагановский Г. М., Турсунов О. С.—На Международной параллели	1
Колесников Е. М.—Совещание, посвященное проблеме Тунгусского метеорита	1
Симоненко А. Н.—На XV метеоритной конференции	6
Соколовская З. К.—Кеплеру посвящается	1
Шемякин М. М.—IV colloquium телескопостроителей	4
ИЗ ИСТОРИИ ВАГО	
Луцкий В. К.—Первая народная обсерватория в Москве	4
ЭКСПЕДИЦИИ	
Басилов В. Н., Марова Н. А.—Экспедиция в Океанию	6
Васнецов В. А.—Первая советская экспедиция на ледокольном пароходе «Малыгин»	2
Мельников И. А.—На острове Кэртис	1
Салтыковский А. Я.—Вулканы Монголии	4
Эрлих Э. Н.—На острове Медном	3
Юревич В. А.—Зимовка на Кергелене	3
ДИСКУССИИ, ГИПОТЕЗЫ, ПРЕДЛОЖЕНИЯ	
Давыдов В. Д.—«Огни» на Марсе	3
Резанов И. А.—Обмен веществом между корой и мантией Земли	1
ПО ВЫСТАВКАМ И МУЗЕЯМ	
«Геодезия — геофизика-71»	2
Милюшенко В. А.—Новые экспонаты павильона «Космос»	6
СТИХИ О ВСЕЛЕННОЙ	
Бунин И. А.	1
Брюсов В. Я.	4
Волошин М. А.	2
Заболоцкий Н. А.	5
Фет А. А.	3
ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ	
Бронштэн В. А.—Наблюдения полного лунного затмения 6 августа 1971 г.	1
Войнов С. С.—Экспедиция юных астрономов Новосибирска	2
Войнов С. С.—От школьных астрономических кружков к коллективам любителей астрономии	6
Джуркович П.—Народные обсерватории и развитие любительской астрономии в Югославии	1
Лазаревский В. С.—Астрономические явления в 1973 году	6
Мартыненко В. В.—Исследуем численность метеоров	2
Минасян Г. С., Геворкян А. М.—Школьный телескоп БАМ-5А	5
Новиков С. Б.—Любителям астрономии — об исследовании астроклимата	3
Смирнов В. А.—Из истории любительской астрономии в Одессе	5
Хотинок Р. Л.—Наблюдайте «звездный дождь» Драконида!	4
НАРОДНЫЕ ОБСЕРВАТОРИИ И ПЛАНЕТАРИИ	
Безчастнов И. М.—Сельская народная обсерватория	3
Ярцев И. П.—Шольинская народная обсерватория	4

ИЗ ИСТОРИИ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ТЕЛЕСКОПОСТРОЕНИЯ

Мельников О. А., Попов В. С., Лукина Н. Ю.— Ю. А. Миркалов — механик и конструктор астрономических инструментов . . . 1

КОСМИЧЕСКАЯ ФИЛАТЕЛИЯ

Корнюхин А. Е.— Адрес экспозиции: Москва, ВДНХ, павильон «Космос» . . . 2

Орлов В. А.— Марки о Николае Копернике . . . 4

Орлов В. А.— Филателия о покорении космоса . . . 5

КНИГИ О ЗЕМЛЕ И НЕБЕ

Болгов И. Ф., Иванов Н. И.— Путеводитель по геодезии российской . . . 1

Дербал А. И.— Занимательно о тяготении . . . 6

Палей А. Р.— Обстоятельно о фантастике . . . 2

ПИСЬМА В РЕДАКЦИЮ . . . 3, 4, 5

ОТВЕТЫ НА ВОПРОСЫ ЧИТАТЕЛЕЙ . . . 3, 4, 5

НОВОСТИ НАУКИ И ДРУГАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Активность ядер галактик — результат эволюции звезд? . . . 4

Астрономия в школах Винницкой области . . . 2

В Гренландии обнаружены древнейшие земные породы . . . 6

В полете «Прогноз» . . . 4

В чем причина скачкообразного изменения периода у пульсаров? . . . 3

В школьном кабинете географии и астрономии . . . 1

Гидроксил в других галактиках . . . 1

Движение земной коры и ее природа . . . 1

Движение Торо . . . 4

Загадка компактных галактик-спутников . . . 4

Закон о метеоритах . . . 1

«Земля и Вселенная» в Московском планетарии . . . 4

Изменяется ли температура Земли вследствие деятельности человека? . . . 2

Измерение плотности лунной атмосферы . . . 6

Итоги второй заочной читательской конференции . . . 6

Как вращаются спутники Сатурна . . . 2

Как произошли коралловые рифы . . . 4

Кратер Коперник . . . 5

Круговая поляризация света планет . . . 2

Крупный сдвиг в земной коре . . . 4

Лебедь XR-1 — двойная звезда с тяжелым компонентом . . . 4

Лекция профессора Цвикки . . . 2

Лунный сейсмический эксперимент . . . 5

Марка, посвященная обсерватории . . . 5

«Марс-2» и «Марс-3» выполнили программу . . . 6

Масса Плутона . . . 2

Международный геодезический эксперимент . . . 1

Мемориальная доска первого астрономического общества в России . . . 5

Методическое пособие по астрономии . . . 5

Механизм повторных толчков . . . 6

Модель рентгеновского источника . . . 2

Молекулы в межзвездном газе . . . 2

Наблюдения радиоисточников с рекордным для Земли разрешением . . . 5

Награды любителям астрономии . . . 2

Названия на картах Луны . . . 5

Неизвестный сверхтяжелый элемент? . . . 6

На месте вспышки Сверхновой 1181 года . . . 1

Несет воды Гольфстрим . . . 1

Новое о солнечных вспышках . . . 3

Новые малые планеты . . . 4

Новые методы измерения диаметров звезд . . . 2

Новые соседние галактики . . . 4

Новый метеорный кратер на Луне . . . 5

Обмен лунным грунтом . . . 4

Палеокарта Луны . . . 6

Полет «Аполлона-16» . . . 4

Предварительные научные итоги полета «Венеры-8» . . . 5

Премия Ветлесеца . . . 1

Природа полярных шапок Марса . . . 4

Программа «Еоле» . . . 3

Радиоизлучение звезд . . . 4

Радиокарта Венеры . . . 2

Радиоядра галактик . . . 3

Рентгеновский пульсар . . . 2

Самые необычные рентгеновские источники . . . 4

Сближение Земли с астероидами . . . 2

Свечение земной магнитосферы . . . 4

«Север-2» . . . 6

Сезонный эффект в геомагнитных вариациях . . . 1

Семинару — четверть века . . . 1

Сколько Новых звезд вспыхивает в туманности Андромеды и Галактике? . . . 3

Служба Сверхновых звезд . . . 2

Стабильны ли нейтрино? . . . 5

Станция «Венера-8» достигла цели . . . 5

Удар микрометеорита . . . 6

Фобос и Деймос . . . 5

Хроника землетрясений . . . 1, 2

Центавр XR-3 — двойная система . . . 5

Шаровое скопление или ближайшая к нам галактика . . . 3

Школа астрофизиков . . . 3

Экспедиция омских геодезистов . . . 6

Яркая Сверхновая в Галактике NGC 5253 . . . 6

Орган Секции физико-технических и математических наук,
Секции наук о Земле Президиума Академии наук СССР
и Всесоюзного астрономо-геодезического общества

Научно-популярный журнал
«ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ»

Редакционная коллегия:

Главный редактор доктор физ.-мат. наук Д. Я. МАРТЫНОВ
Зам. главного редактора кандидат физ.-мат. наук М. Г. КРОШКИН
Ответственный секретарь кандидат пед. наук. Е. П. ЛЕВИТАН
Член-корреспондент АН СССР Г. А. АВСЮК, доктор географических наук
А. А. АКСЕНОВ, кандидат физ.-мат. наук В. А. БРОНШТЭН, член-корреспондент АН СССР Ю. Д. БУЛАНЖЕ, доктор техн. наук А. А. ИЗOTOB, доктор физ.-мат. наук И. К. КОВАЛЬ, доктор географических наук В. Г. КОРТ, доктор физ.-мат. наук Р. В. КУНИЦКИЙ, доктор физ.-мат. наук Б. Ю. ЛЕВИН, кандидат физ.-мат. наук Г. А. ЛЕЙКИН, академик А. А. МИХАЙЛОВ, доктор физ.-мат. наук И. Д. НОВИКОВ, доктор физ.-мат. наук К. Ф. ОГОРОДЧИКОВ, доктор физ.-мат. наук Г. Н. ПЕТРОВА, доктор геол.-мин. наук Б. А. ПЕТРУШЕВСКИЙ, доктор физ.-мат. наук В. В. РАДЗИЕВСКИЙ, доктор физ.-мат. наук Ю. А. РЯБОВ, доктор техн. наук К. П. ФЕОКТИСТОВ, доктор геол.-мин. наук Ю. М. ШЕЙНМАНН

При перепечатке ссылка на журнал «Земля и Вселенная» обязательна

Адрес редакции: Москва 117333,

Ленинский пр. д. 61/1

тел. 135-64-81

135-63-08



Художественный редактор
Л. Я. Шимкина

Корректоры:
Н. Е. Затева
Г. Н. Нелидова

Т-17722. Подписано в печать 27.X.1972 г.
Сдано в набор 30/VIII 1972 г.
Формат бум. 84X108/16. Печ. л. 5,0 (8,4)
Уч.-изд. л. 10,1. Тираж 37,000 экз.
Цена 40 коп. Заказ 1113.



Павильон коронографа Саянской солнечной обсерватории. Купол павильона вращается синхронно с суточным движением Солнца (К статье Р. Б. Теплицкой)

С Н О В Ы М Г О Д О М !



Цена 40 коп.

Индекс 70336



Издательство
«Наука»

ЧИТАЙТЕ В № 1 1973 ГОДА:

В. Л. ГИНЗБУРГ. Гамма-астрономия и космические лучи

В. А. БУГАЕВ. Современная Служба погоды

В. Л. МАСАЙТИС. В метеоритный кратер — за алмазами

Б. А. ПЕТРУШЕВСКИЙ. Югославский карст